

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CENTRO DE APOYO PATATE
CARRERA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRESA (*Fragaria spp.*) CON
ESTIMULACIÓN DE UNA HORMONA UTILIZANDO TRES TIPOS
DE SUSTRATOS**

AUTOR

TIPÁN CHINACHI ÁNGEL GEOVANNY

DIRECTOR

Ing. MERCEDES CARRANZA PATIÑO M.Sc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CENTRO DE APOYO PATATE
CARRERA AGROPECUARIA

**GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRESA (*Fragaria spp.*) CON
ESTIMULACIÓN DE UNA HORMONA UTILIZANDO TRES TIPOS DE
SUSTRATOS**

TESIS DE GRADO

**Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la
Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del
título de
INGENIERO AGROPECUARIO**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

**Ing. Francisco Espinosa Carrillo M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Orly Cevallos Falquez M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mariana Reyes Bermeo M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mercedes Carranza Patiño M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador
2011**

CERTIFICACIÓN

Ing. Mercedes Carranza Patiño M.Sc., Director de tesis de grado titulada GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRESA (*Fragaria spp.*) CON ESTIMULACIÓN DE UNA HORMONA UTILIZANDO TRES TIPOS DE SUSTRATOS, certifico que el señor egresado Tipán Chinachi Ángel Geovanny, ha cumplido bajo mi dirección con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Mercedes Carranza Patiño M.Sc.

DECLARACIÓN

Yo, Tipán Chinachi Ángel Geovanny, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, el cual no ha sido presentado por ninguna institución dedicada a la investigación, ni grado o calificación profesional.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y la normatividad institucional vigente.

Tipán Chinachi Ángel Geovanny

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres, Sr. Ernesto Tipán Guato y Sra. Gloria Emperatriz Chinachi Gómez, a mi esposa Sra. Mónica Elizabeth Llerena Curipallo, que el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis haya cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

A mis hijos, hermanos, cuñados y sobrinos, por la ayuda brindada y deseos de superación hacia mi persona.

Ángel Geovanny Tipán Chinachi

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través del Centro de Apoyo Patate, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

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

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

A la Ing. Mercedes Carranza Patiño M.Sc., quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de tesis, para el logro y feliz culminación de nuestro estudio, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

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

ÍNDICE

	Página
GENERAL	<i>vii</i>
CUADROS	<i>x</i>
ANEXOS	<i>xi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Clasificación taxonómica.....	3
2.2. Características morfológicas.....	3
2.3. Origen y distribución geográfica.....	4
2.4. Diversidad genética.....	5
2.5. Agroecología.....	5
2.6. Técnicas de cultivos.....	5
2.6.1. Propagación en viveros.....	6
2.6.2. Plantas definitivas.....	6
2.6.3. Semillero.....	7
2.6.3.1. División de coronas.....	7
2.6.3.2. Estolones.....	7
2.6.3.3. Micro propagación.....	7
2.6.4. Suelo y clima.....	8
2.7. Ácido giberélico.....	8
2.7.1. Funciones del ácido giberélico.....	8
2.7.2. Ensayos cuantitativos.....	9
2.7.3. Catabolismo.....	9
2.7.4. Efectos fisiológicos.....	9
2.7.5. Modo de acción.....	9

2.7.6. Elongación del tallo.....	10
2.8. Sustrato.....	10
2.8.1. Características del sustrato ideal.....	10
2.8.1.1. Propiedades físicas.....	11
2.8.1.2. Propiedades químicas.....	11
2.8.2. Tierra negra o barro.....	11
2.8.3. Humus de lombriz.....	12
2.8.4. Sustrato pomina.....	12
2.9. Dormancia en semillas.....	12
2.9.1. Proceso de dormancia.....	13
2.9.1.1. Dormancia física.....	14
2.9.1.2. Dormancia fisiológica.....	14
2.9.1.3. Dormancia morfológica.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Localización y duración del experimento.....	15
3.2. Condiciones meteorológicas.....	15
3.3. Materiales y equipos.....	15
3.4. Factores en estudio.....	16
3.4.1. Factor A.....	16
3.4.2. Factor B.....	16
3.5. Tratamientos.....	17
3.6. Diseño experimental.....	17
3.7. Unidad experimental.....	18
3.8. Análisis estadístico.....	19
3.9. Variables evaluadas.....	19
3.9.1. Días a germinación.....	19
3.9.2. Porcentaje de germinación	19
3.9.3. Número de hojas por planta.....	19
3.9.4. Altura de las plantas (cm).....	19
3.10. Manejo del experimento.....	20
3.10.1. Fase preparatoria de las semillas.....	20
3.10.2. Aplicación de la hormona.....	20

3.10.3. Desinfección de las semillas.....	21
3.10.4. Desinfección de los sustratos.....	21
3.10.5. Llenado de las tarrinas con los sustratos.....	21
3.10.6. Siembra.....	21
3.10.7. Riego.....	21
3.10.8. Labores culturales.....	21
3.10.9. Control fitosanitario.....	21
3.11. Análisis económico.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Días a germinación.....	23
4.2. Porcentaje de germinación.....	24
4.3. Número de hojas por planta.....	25
4.4. Altura de las plantas.....	27
4.5. Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1.000 semillas de fresa.....	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. RESUMEN.....	33
VIII. SUMMARY.....	34
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	35
X. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Condiciones meteorológicas..... 15
2	Tratamientos..... 17
3	Análisis de varianza..... 18
4	Esquema del experimento 18
5	Días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”..... 24
6	Porcentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”..... 25
7	Número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”..... 27
8	Altura de las plantas (cm) en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”..... 28
9	Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1.000 semillas en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”..... 30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Resultados de las variables analizadas en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	37
2	Análisis de varianza para la variable días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	38
3	Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	38
4	Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	38
5	Análisis de varianza para la variable altura de las plantas en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	39

Figura

1	Días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	39
2	Porcentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	40
3	Número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	40
4	Altura de las plantas (cm) en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	41
5	Fase preparatoria de las semillas en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	41
6	Aplicación de la hormona en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	42
7	Desinfección de las semillas en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	42
8	Desinfección de los sustratos en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”	43

9	Llenado de las tarrinas con los sustratos en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	43
10	Siembra en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	44
11	Riego en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	44
12	Labores culturales en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	45
13	Control fitosanitario en “Germinación de semillas de fresa (<i>Fragaria spp.</i>) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.....	45

I. INTRODUCCIÓN

La fresa o fresón (*Fragaria spp.*) es una especie que en el siglo XIV los franceses cultivaban el tipo silvestre *Fragaria vesca* la misma que era sacada de los bosques para usarla en los jardines y a veces para consumir sus frutos. En 1714 Frézier llevó de Chile a Francia la *Fragaria chilensis* a mediados del siglo XVIII, Duchêne hizo hibridaciones entre diferentes especies de fresa y se inició la variedad mejorada.

Esta es una planta de la familia de las rosáceas cultivadas casi en todo el mundo, la producción mundial de fresa ronda los 3,6 millones de toneladas, y el principal productor es Estados Unidos, seguido de España que el año pasado produjo 264.000 toneladas, de las que el 96% corresponden a la producción de fresa andaluza, y de ello, el 97% procede de Huelva, mientras que el volumen de facturación supera los 300 millones de euros anuales.

En el 2006 se vendieron 1.460,56 toneladas sólo a Estados Unidos. La producción mensual de fresas en Ecuador es de 300.000 toneladas. En los últimos cuatro años la superficie plantada ha incrementado, pasando de 125 hectáreas a 250, lo que implica una tendencia de crecimiento anual de entre el 20 y el 30%. Sin embargo, en el país no existen plantaciones extensivas para la exportación. Aún así, el 60% se destina al consumo nacional y el resto se exporta en almíbar o fresca, a Estados Unidos, España y los Países Bajos. Las fresas en almíbar son las que más acogida tienen en el mercado americano.

Las fresas son muy cultivadas alrededor del mundo debido a su delicioso gusto dulce y su maravilloso sabor, además han sido cultivadas extensivamente de manera hidropónica durante los pasados 100 años y se notó que son una de las plantas que más se beneficia a partir de este método de cultivo.

Las variedades más importantes cultivadas en Ecuador son: Diamante, Camarosa, Chandler, Oso grande y Pájaro; y, en menor escala Fern, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y otras.

Tal vez el paso más difícil en el cultivo de la fresa, es su germinación a partir de semilla. Es por ello que se hace indispensable utilizar la tecnología de propagación con hormonas inductoras de la germinación (giberelinas) que cumplen múltiples funciones entre ellas romper la dormancia en la que se encuentran las semillas, con el fin de propagar este cultivo y poder sacar al mercado una producción de la fresa mejorada y aclimatada, con un menor costo de propagación.

La presente tesis, va encaminada a dirigir soluciones de germinación de semillas de fresa para la propagación de su especie, utilizando tres diferentes sustratos y ácido giberélico a un bajo costo, con la proyección de que nuestros agricultores de fresa ya no importen las plantas madres desde otros países, ya que su costo es muy elevado.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Determinar el comportamiento agronómico en la germinación de semilla de fresa (*Fragaria spp.*) en cuatro niveles de giberelina y tres sustratos.

1.1.2. Específicos

- Evaluar en cuál de los sustratos y en que nivel de giberelina la germinación de las semillas de fresa variedad Diamante se obtiene los mejores resultados.
- Determinar el análisis económico de los tratamientos bajo estudio.

1.2. Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos dará mayor aceleración en la germinación de semillas de fresa variedad Diamante.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Rosea

Familia: Rosácea

Género: *Fragaria*

Nombre científico: *Fragaria spp.*

Nombres comunes: Frutilla o fresón Terranova (1995).

2.2. Características morfológicas

Tallo: La frutilla es una planta perenne considerada como herbácea, presenta un tallo de tamaño reducido llamado corona, lleva las yemas tanto vegetativas como florales de ellas nacen: las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. En una corona sana al hacer un corte vertical o transversal, se debe observar su centro de color claro sin manchas Proexant (2003).

Hojas: Se hallan insertadas en pecíolos de longitud variable, son pinadas o palmeadas, subdivididas en tres folíolos, pero en común en algunas variedades existen 4 o 5, características que párese derivarse de la *Fragaria chiloensis*, tienen estípulas en sus bases y su espesor varía según su variedad, son de color verde más o menos intenso. Tienen muchos estomas lo que permite su transpiración pero a la vez la hace muy susceptible a la falta de humedad, las 10 hojas que posee le permite transpirar más o menos medio litro de agua en un día caluroso Proexant (2003).

Flores: Las inflorescencias primarias salen del tallo terminal, mientras las secundarias proceden de yemas terminales. El pedicelo de la flor primaria es

corto y generalmente no ramificado como las de la secundaria, las flores que aparecen primero usualmente dan frutos de mayor tamaño Terranova (1995).

Se distingue tres tipos de flores: machos o estaminadas, hembra o pistilada y perfecta o hermafrodita: las variedades hexaploides y octoploides tienden a tender este tipo de flores en estado silvestre. La flor perfecta tiene 5 sépalos blancos o amarillos y numerosos estambres (alrededor de 20 en estado silvestre y mas en las variedades cultivadas). Los pistilos también son numerosos dispuestos en espiral sobre el receptáculo. Cuando se presenta aborto en los estambres y no hay flores estaminadas se requiere polinización cruzada Terranova (1995).

Fruto: Una vez efectuado la fecundación, los pétalos y los estambres caen: el receptáculo crece, se vuelve carnoso y se llena de agua azucarada y acidulada. Luego el receptáculo se vuelve de color rosado o rojo vivo en tanto que los ovarios desimanados un su superficie crecen y forman los frutos verdaderos que se denomina aquenios Terranova (1995).

Raíces: Son de aspectos fibrosos, se origina en la corona, se dividen en primarias que son más gruesas y hacen el papel de soporte, son de color café oscuro y nacen en la base de las hojas; y, secundarias que son raicillas alimenticias más delgadas y de color marfil; su número es variable y hay dos tipos, primarias y secundarias, las raíces penetran hasta 0,80 m. Las raíces secundarias salen de las primarias y forma la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva Proexant (2003).

.

2.3. Origen y distribución geográfica

Las fresas eran muy consideradas por los romanos, aunque son poco mencionadas en referencias por que aun no existían como cultivos. En el siglo XIV los franceses cultivaban las especies silvestres *Fragaria vesca* sacada de los bosques para usar en los jardines y a veces para consumir sus frutos. En

1714 Frézier llevo de Chile a Francia la *Fragaria chiluensis* a mediados del siglo XVIII Dúchense hizo hibridaciones entre diferentes especies de fresa y se inicio la variedad mejorada Terranova (1995).

2.4. Diversidad genética

Existen centenares de cultivares obtenidos desde que se inicio la hibridación sistemática con diversas especies de fresa. Estos cultivares son de tres tipos: de día corto o uníferas, de día largo o de florecientes y de día neutro. En los países donde más se ha investigado el mejoramiento de la fresa han sido: Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania y Japón. En Colombia las variedades cultivadas son: Chandler el 90%, Pájaro el 8% Miar el 1.5% Tiego el 0.5% Terranova (1995).

2.5. Agroecología

Debido a la gran diversidad del genero *Fragaria*, existen cultivares adaptados a muchos tipos de climas la parte vegetativa de la planta resulta bastante resistente al frío, pero sin embargo las flores no soportan temperaturas inferiores a 0°C aunque pueden crecer en zonas relativamente cálidas. En la mayoría de los cultivos necesitan un determinado número de horas con temperatura inferiores a 7°C para desarrollarse de forma adecuada. Durante la etapa de crecimiento vegetativo, la temperatura óptima está en torno a los 23°C. El número preciso de horas de luz que necesita viene determinado por el tiempo de cultivo que reemplaza (refloreciente o no refloreciente). El terreno de cultivo a de presentar una textura franco arenoso. Las plantas prefieren los suelos ácidos con un pH comprendido entre 5,5 y 6,5 no soportan los salinos Océano (1999).

2.6. Técnicas de cultivos

Los trabajos preparatorios de terreno consisten en una labor profunda que evite el encharcamiento de otras superficiales que dejan el terreno bien mullido. Los

surcos pueden formarse con la maquinaria convencional o empleando otras más específica para el cultivo. Estos aperos permiten crear caballones de un tamaño mayor que evitarán que las plantas se desarrollen en el fondo del surco. El abono de fondo consiste en unas 15 toneladas de estiércol muy bien descompuesto, 90 kg de N, 120 kg de P_2O_5 y 180 kg de K_2O todo esto por hectárea Océano (1999).

2.6.1. Propagación en viveros

La multiplicación sexual de las plantas mediante semillas ha quedado reducida casi únicamente a los programas de mejora. En el cultivo comercial se emplea la técnica de multiplicación vegetativa conocida como cultivo de meristemos, que permiten obtener las plantas libres de enfermedades. Lo esencial de dicha técnica consiste en obtener plantas completas a partir de una porción muy pequeña de material vegetativo Océano (1999).

2.6.2. Plantas definitivas

La plantación puede llevarse a cabo en verano utilizando “plantas frigo”, o en otoño con “plantas frescas”. Las plantas frigo son adecuadas para zonas cálidas, en el periodo de temperatura inferior a $7^{\circ}C$ resulta demasiado corto Océano (1999).

Para conseguir plantas se comienza al principio del invierno, se arrancan los estolones que tengan algún tipo de problema, se elimina las hojas viejas y se relimpia la planta dejando intacto el sistema radicular. Se aplica un tratamiento fungicida con Benomil o Difolatan, se introduce las plantas en bolsas de polietileno y se lleva a una cámara frigorífica, donde se mantendrá durante 7 o 8 semanas a una temperatura de 1 a $2^{\circ}C$, con un 90% de humedad relativa. La plantación de los cultivos de este tipo se realiza a principios de verano normalmente, se establece surcos separados entre sí de 50 a 60 cm o caballones con doble hilera de 1 a 2 m Océano (1999).

2.6.3. Semillero

Es necesario disponer de material original de propagación de buena calidad, en la frutilla, la mejor vía es la vegetativa ya que favorece al enraizamiento de las partes de la planta seleccionada por los métodos de división de la corona; por estolones, meristemos, etc. Para una mejor comprensión se presentan varios métodos de propagación Proexant (2003).

2.6.3.1. División de coronas

No es muy utilizado ya que se emplea en variedades que no estolonizan, pero que generalmente producen coronas secundarias. Es posible utilizar plantas madres de más de un año de edad. Cuando se han enraizado las coronas secundarias dan origen a nuevos hijuelos bien formados con buenas raíces que se utilizarán en la nueva plantación Proexant (2003).

2.6.3.2. Estolones

Es el método más empleado, consiste en que las plantas madres emitan estolones que enraícen originando lo que se llama plantas hijas, las plantas madres se colocan a distancias de 1,5 a 2 m entre filas y 0,80 m entre plantas, a medida que los estolones avanzan es necesario peinarlos con un rastrillo para permitir que todos enraícen al mismo lado de las filas para facilitar las labores de cultivo, se eliminan las plantas defectuosas o fuera de tipo. Una planta madre puede dar 50 hijas útiles, se recomienda con este método dar un máximo desarrollo a las plantas madres para estimular la formación de un mayor número de estolones Calderón (1998).

2.6.3.3. Micro propagación

La propagación *in vitro* está sustituyendo a los otros métodos, puesto que las plantas son producidas en laboratorios, bajo condiciones especiales, de tal manera que reúnen las mejores condiciones de sanidad, vigor y características

genéticas similares a las plantas madres. Las frutillas modernas de fruto grande tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas a casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda Proexant (2003).

2.6.4. Suelo y clima

Aun que se siembra en una gran variedad de suelos la fresa crece mejor en suelos ligeramente limosos y ácidos con un buen contenido de materia orgánica y muy bien drenados pues no soporta el encharcamiento. El mejor clima para la siembra está entre los 12°C - 18°C; a menos de 10°C se impide la fructificación; la altitud a la que crece está entre los 2.000 - 2.800 m.s.n.m., sin nubosidad continua Manual Agropecuario (2002).

2.7. Ácido giberélico

Es una fitohormona que se producen en la zona apical, frutos y semillas. Las giberelinas tienen una función en la regulación de la síntesis del ácido nucleico y de las proteínas y es posible que supriman la iniciación de raíces; sin embargo en concentraciones bajas estimulan la iniciación de brotación Hartmann y Kester (1998).

Mediante la aplicación de 2.000 ppm de ácido giberélico en frutilla se logra estimular la germinación de semillas desde los 11 días Sánchez (2001).

Ácido giberélico A.G. 3. Nombre químico Ácido (3S,3aS,4S,4aS,7S,9aR,9bR) Alaquairum (2008).

2.7.1. Funciones del ácido giberélico

- Incrementar el crecimiento de los tallos.
- Interrumpir el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar.

- Inducir la brotación de yemas Alaquairum (2008).

2.7.2. Ensayos cuantitativos

Bioensayos: Menos sensibles y necesitan más extractos purificados. Hay muchas formas de giberelinas no activas y tampoco conjugadas. Ensayos físico-químicos: Más sensibles y se basan en la detección por espectrofotometría de masas Garcidueñas (2005).

2.7.3. Catabolismo

La hidroxilación del C₂ es el proceso catabólico más importante (los gases que presentan el OH en el C₂ son inactivas). Conjugación: Suele producirse con glúcidos, generándose una forma inactiva, pero que sirve como reserva movilizable en caso de necesidad. Transporte: No polar (fundamentalmente en el floema. Es frecuente el transporte de formas conjugadas inactivas o de intermediarios de la síntesis) Garcidueñas (2005).

2.7.4. Efectos fisiológicos

Naturales: Estimula el crecimiento del tallo de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular, regulan la transición de la fase juvenil a la fase adulta, influyen en la iniciación floral, y en la formación de flores unisexuales en algunas especies; promueven el establecimiento y crecimiento del fruto, en casos de que las auxinas no aumentan el crecimiento, promueven la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación Garcidueñas (2005).

2.7.5. Modo de acción

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.

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, y por tanto, haciendo que incremente su longitud Azcon-Bieto y Talon (1996).

2.7.6. Elongación del tallo

El tiempo que se tarda en obtener respuesta es diferente: auxinas (al cabo de 10-15 minutos de su aplicación), gases (2 – 3 minutos tras su aplicación). Los efectos de auxinas y giberelinas en este proceso son aditivos. Los gases regulan el ciclo celular en los meristemos intercalares, se produce la elongación celular y luego la división celular, estando este efecto mediado por una proteína kinasa dependiente de cíclica. En el crecimiento del tallo hay genes que codifican para proteínas transductoras de señal Croteau y Kutchan (2000).

2.8. 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 Infoagro (2003).

2.8.1. Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo Infoagro (2003).

2.8.1.1. Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción o hinchazón del medio Infoagro (2003).

2.8.1.2. Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición Infoagro (2003).

2.8.2. Tierra negra o barro

La tierra negra es otra excelente fuente de minerales importante, normalmente esta tierra se adquiere empaquetada ya que contiene abonos químicos que enriquecen aun más esta tierra. Es esencial por el alto contenido de hierro, uno

de los principales nutrientes; y, ayuda a las plantas a sujetarse al sustrato debido a su consistencia lodosa Acuaristas (2008).

2.8.3. Humus de lombriz

El desarrollo de la agricultura orgánica promovió el auge de la producción de humus de lombriz, en reemplazo de fertilizantes y de algunos agroquímicos Piñuela (2007).

El humus de lombriz aporta características químicas, físicas y biológicas a las mezclas de sustratos para plantines hortícolas y ornamentales Infoagro (2003).

Las plántulas de frutilla germinadas en sustratos como el humus tienen un mejor desarrollo del follaje, esto se debe a que el sustrato aporta con los nutrientes suficientes para tal efecto Sánchez (2001).

2.8.4. Sustrato pomina

La piedra pómez es una roca volcánica formada por silicato de aluminio con pequeños cantidades de sodio y potasio y huellas de calcio, magnesio, hierro. Se trata de material que normalmente no es esterilizado porque no es sometido a ningún manejo. Tiene un color gris blanco, es porosa y muy ligero. Se usa para mejorar el drenaje Elicriso (2010).

2.9. Dormancia en semillas

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 Cunha (2005).

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, dependiendo de la especie Cunha (2005).

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, 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 Cunha (2005).

La dormancia es un fenómeno complejo que con seguridad está controlado por hormonas naturales, el mismo se puede interrumpir aplicando giberelinas Jackson y Looney (2003).

2.9.1. Proceso 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. Para facilitar el entendimiento, podemos considerar que, básicamente, son tres los mecanismos de dormancia Cunha (2005).

2.9.1.1. Dormancia física

Relacionada a la impermeabilidad del envoltorio de la semilla al agua Cunha (2005).

2.9.1.2. Dormancia fisiológica

Relacionada a los procesos fisiológicos que bloquean el crecimiento del embrión Cunha (2005).

2.9.1.3. 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, lo que se consigue a través de tratamientos de escarificación Cunha (2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el sector de Tontapí Chico, cantón Patate provincia del Tungurahua, en la propiedad del señor Ángel Tipán.

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 40 días de trabajo de campo, comprendida entre los meses de noviembre hasta diciembre del 2010.

3.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación fueron:

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas.

Condición	Año 2010
Altitud (m.s.n.m.)	2200
Temperatura (°C)	17-21
Humedad relativa (%)	40-50
Heliofanía (horas/día)	8
Precipitación (mm al año zona)	650-700

Fuente: Estación meteorológica del Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo (2010)

3.3. Materiales y equipos

Los materiales utilizados para esta investigación fueron:

- 3 L de agua destilada
- 60 g de ácido giberélico 10%
- 1 Cámara de germinación
- 2 ml de Decis (Deltramitrina)
- 1 Flexómetro

- 1 Jeringuilla
- 2 kg de humus
- 1 Papel secante
- 2 kg de pomina
- 1 Probeta (250 ml)
- 1 Regadera
- 360 Semillas de fresa variedad Diamante
- 50 Tarrinas plásticas
- 2 kg de tierra negra de páramo
- 50 g de vitavax 300 (Carboxín + triclometiltio)
- 1 Útiles de oficina

Los equipos utilizados para esta investigación fueron:

- 1 Balanza digital
- 1 Cámara fotográfica
- 1 Computadora

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Factor A

En el factor A se estudiaron 3 sustratos.

Simbología	Sustrato
S ₁	Tierra negra
S ₂	Humus
S ₃	Pomina

3.4.2. Factor B

En el factor B se estudió 4 niveles de ácido giberélico.

SimbologíaH₁H₂H₃H₄**Hormona**

Ácido giberélico 1.000 ppm

Ácido giberélico 1.500 ppm

Ácido giberélico 2.000 ppm

Testigo (sin hormona)

3.5. Tratamientos

De la interacción de los factores en estudio tenemos los siguientes tratamientos:

Cuadro 2. Tratamientos.

Tratamientos	Factores	Descripción
T ₁	S ₁ H ₁	(Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm)
T ₂	S ₁ H ₂	(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm)
T ₃	S ₁ H ₃	(Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm)
T ₄	S ₁ H ₄	(Tierra negra sin hormona)
T ₅	S ₂ H ₁	(Humus + ácido giberélico 1.000 ppm)
T ₆	S ₂ H ₂	(Humus + ácido giberélico 1.500 ppm)
T ₇	S ₂ H ₃	(Humus + ácido giberélico 2.000 ppm)
T ₈	S ₂ H ₄	(Humus sin hormona)
T ₉	S ₃ H ₁	(Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm)
T ₁₀	S ₃ H ₂	(Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm)
T ₁₁	S ₃ H ₃	(Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm)
T ₁₂	S ₃ H ₄	(Pomina sin hormona)

3.6. Diseño experimental

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

Cuadro 3. Análisis de varianza.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Repetición	$r-1$	2
Factor A	A-1	2
Factor B	B-1	3
Factor AB	$(A-1)(B-1)$	6
Tratamiento	$t - 1$	11
Error experimental	$(t-1)(r-1)$	22
Total	$t \times r - 1$	35

3.7. Unidad experimental

Se utilizó como unidad experimental una tarrina plástica llenada con el sustrato más 10 semillas sembradas de fresa variedad Diamante correspondiente a cada tratamiento.

Cuadro 4. Esquema del experimento.

Tratamientos	Unidad experimental tarrina # semillas	Repetición	Total de semillas
T ₁	10	3	30
T ₂	10	3	30
T ₃	10	3	30
T ₄	10	3	30
T ₅	10	3	30
T ₆	10	3	30
T ₇	10	3	30
T ₈	10	3	30
T ₉	10	3	30
T ₁₀	10	3	30
T ₁₁	10	3	30
T ₁₂	10	3	30
TOTAL			360

3.8. Análisis estadístico

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

Se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento a 1.000 semillas de fresa variedad Diamante.

3.9. Variables evaluadas

En la presente investigación se evaluó las siguientes variables.

3.9.1. Días a germinación

Se tabuló los días en que germinaron las semillas en cada una de las unidades experimentales durante toda la fase de germinación, mediante conteo visual

3.9.2. Porcentaje de germinación

Transcurrido los 40 días desde la siembra se contó en forma visual el número de plántulas de fresa variedad Diamante que nació en las diferentes unidades experimentales y se calculó el porcentaje de germinación.

3.9.3. Número de hojas por planta

Al final de la investigación (40 días) se contó en forma visual el número de hojas que brotaron de cada plántula y se obtuvo la media aritmética de cada unidad experimental.

3.9.4. Altura de las plantas (cm)

Cumplido los 40 días de la investigación, con la ayuda de un flexómetro se midió la altura de las plantas en cada unidad experimental y se sacó la media aritmética expresándola en centímetros.

3.10. Manejo del experimento

3.10.1. Fase preparatoria de las semillas

Se obtuvo semillas de los frutos uniformes, en su tamaño y madurez, de plantas madres, las mismas que se adquirieron de la propiedad del investigador, evitando aquellas que presenten síntomas de ataque de plagas o enfermedades.

Los frutos de fresa se sobre maduraron, prácticamente hasta el punto de fermentación, después de esto, se apretaron las fresas suavemente contra un colador y se obtuvo las semillas, luego fueron lavadas con agua hasta que no quede rastro de la pulpa, a continuación se colocó las semillas sobre un papel secante durante 24 horas bajo sombra. Posteriormente se introdujo las semillas en la parte baja de un refrigerador durante 8 horas a una temperatura graduada de 5°C.

3.10.2. Aplicación de la hormona

Mediante la ayuda de una probeta se midió la cantidad de 100 ml de agua destilada en un recipiente plástico, posteriormente con la ayuda de una balanza se pesó la hormona ácido giberélico en un recipiente en las dosificaciones establecidas para los tratamientos T₁, T₅ y T₉ (Ácido giberélico 1.000 ppm), T₂, T₆ y T₁₀ (Ácido giberélico 1.500 ppm), T₃, T₇ y T₁₁ (Ácido giberélico 2.000 ppm), T₄, T₈ y T₁₂ (Testigo sin hormona) sólo se utilizó agua destilada.

Las semillas permanecieron en las diluciones de hormona por lapso de 6 horas.

3.10.3. Desinfección de las semillas

Se colocó las semillas en recipientes plásticos separados para cada dosis de hormona y se desinfectó en seco con Vitavax 300 (Carboxín + triclometiltio) con dosificación de 1gkg^{-1} de semilla.

3.10.4. Desinfección de los sustratos

Los sustratos se desinfectaron con Vitavax 300 (Carboxín + triclometiltio) 1gkg^{-1} de sustrato, luego se dejó ventilar por 48 horas.

3.10.5. Llenado de las tarrinas con los sustratos

Las tarrinas se llenaron al ras con el sustrato indicado para cada tratamiento, luego se realizó un riego para dejar el sustrato en capacidad de campo.

3.10.6. Siembra

Se procedió a sembrar 10 semillas de fresa variedad Diamante en cada unidad experimental, tratando que queden lo más dispersas posibles.

3.10.7. 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, en total se regó 80 veces.

3.10.8. Labores culturales

En forma manual se mantuvieron las unidades experimentales libre de plántulas no deseadas, la eliminación de hierbas se realizó cada 15 días, en total se realizó 3 deshierbas.

3.10.9. Control fitosanitario

A los 20 días después de la siembra se realizó un control fitosanitario preventivo con Decis (Deltramitrina) en dosis de 1mL^{-1} de agua.

3.11. Análisis económico

Se calculó los costos de aplicación de cada tratamiento sumando los valores del ácido giberélico, sustratos, pesticidas, mano de obra, agua, tarrinas plásticas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Días a germinación

En la variable días a germinación registró diferencia estadística altamente significativa para el factor A y el factor B que obtuvieron probabilidades de 0,0001** y 0,0000** respectivamente; y, diferencia estadística significativa entre los tratamientos con 0,0372* (Anexo 2).

En la comparación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos existió diferencia estadística significativa (Cuadro 5), en la que sobresale una primera categoría el tratamiento T₁₂ (Pomina sin hormona) con valor de 19,00. Seguido en una segunda categoría intermedia por los tratamientos T₄ (Tierra negra sin hormona) y T₈ (Humus sin hormona) con valor de 18,00 para cada uno. Una tercera categoría intermedia los tratamientos T₉ (Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm) y T₁₀ (Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm) con valores de 17,67 y 17,00 respectivamente. Una cuarta categoría intermedia los tratamientos T₅ (Humus + ácido giberélico 1.000 ppm) y T₁ (Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm) con valor de 16,67 para cada uno. Una quinta categoría intermedia para el tratamiento T₂ (Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm) con valor de 15,67. Una sexta categoría para el tratamiento T₆ (Humus + ácido giberélico 1.500 ppm) con valor de 15,33 y como séptima y última categoría los tratamientos T₃ (Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm) con valor de 11,00 y T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm), T₁₁ (Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm) con valor de 10,67 para cada uno en días a germinación. Resultados que nos indican que los tres últimos tratamientos citados no son los peores, sino son los que más pronto germinaron, lo que concuerda con Sánchez (2001), quien obtiene resultados parecidos mediante la aplicación de 2.000 ppm de ácido giberélico en frutilla, logra estimular la germinación de semillas desde los 11 días; lo que se acata a lo capitulado por Garcidueñas (2005) el ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación.

En consecuencia a estos resultados se acepta la hipótesis que dice “Al menos uno de los tratamientos dará mayor aceleración en la germinación de semillas de fresa variedad Diamante”.

Cuadro 5. Días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Tratamiento		Días a germinación
T ₁	(Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm)	16,67 cd
T ₂	(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm)	15,67 de
T ₃	(Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm)	11,00 f
T ₄	(Tierra negra sin hormona)	18,00 ab
T ₅	(Humus + ácido giberélico 1.000 ppm)	16,67 cd
T ₆	(Humus + ácido giberélico 1.500 ppm)	15,33 e
T ₇	(Humus + ácido giberélico 2.000 ppm)	10,67 f
T ₈	(Humus sin hormona)	18,00 ab
T ₉	(Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm)	17,67 bc
T ₁₀	(Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm)	17,00 bc
T ₁₁	(Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm)	10,67 f
T ₁₂	(Pomina sin hormona)	19,00 a
Coeficiente de variación		2,84%

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

4.2. Porcentaje de germinación

Existe una diferencia estadística significativa en la variable porcentaje de germinación para el factor A que alcanzó 0,0183* y una diferencia estadística altamente significativa para el factor B que obtuvo 0,0001** de probabilidad. Así como también una probabilidad estadística no significativa de 0,2492 para los tratamientos (Anexo 3).

El (Cuadro 6) nos indica la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos; una primera categoría de un solo valor de 70,00 para los tratamientos T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm), T₃ (Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm) y T₆ (Humus + ácido giberélico 1.500 ppm). Una segunda categoría intermedia con un valor uniforme de 63,33 para los tratamientos T₂

(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm), T₁₀ (Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm), T₅ (Humus + ácido giberélico 1.000 ppm) y T₁₁ (Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm). Una última y tercera categoría con un valor constante de 60,00 % de germinación para los tratamientos T₁ (Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm), T₉ (Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm), T₄ (Tierra negra sin hormona), T₈ (Humus sin hormona) y T₁₂ (Pomina sin hormona) en porcentaje de germinación. Resultados por demás obvios que coinciden con Cunha (2005), quien afirma que 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.

Cuadro 6. Porcentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Tratamiento		Porcentaje de germinación
T ₁	(Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm)	60,00 b
T ₂	(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm)	63,33 ab
T ₃	(Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm)	70,00 a
T ₄	(Tierra negra sin hormona)	60,00 b
T ₅	(Humus + ácido giberélico 1.000 ppm)	63,33 ab
T ₆	(Humus + ácido giberélico 1.500 ppm)	70,00 a
T ₇	(Humus + ácido giberélico 2.000 ppm)	70,00 a
T ₈	(Humus sin hormona)	60,00 b
T ₉	(Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm)	60,00 b
T ₁₀	(Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm)	63,33 ab
T ₁₁	(Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm)	63,33 ab
T ₁₂	(Pomina sin hormona)	60,00 b
Coeficiente de variación		5,24%

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

4.3. Número de hojas por planta

En la variable número de hojas por planta existe diferencia estadística altamente significativa para los factores A y B que alcanzaron probabilidades

de 0,0000** en ambos casos. Y entre tratamientos se obtuvo probabilidad estadística altamente significativa de valor 0,0000** (Anexo 4).

En la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos demuestra deferencia estadística altamente significativa (Cuadro 7); se puede observar una primera categoría para los tratamientos T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm) y T₃ (Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm) con valores de 4,38 y 4,19 respectivamente. Seguido de una segunda y última categoría los tratamientos T₁₁ (Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm), T₅ (Humus + ácido giberélico 1.000 ppm), T₁ (Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm), T₁₂ (Pomina sin hormona), T₉ (Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm), T₂ (Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm), T₄ (Tierra negra sin hormona), T₈ (Humus sin hormona), T₆ (Humus + ácido giberélico 1.500 ppm) y T₁₀ (Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm) con valores que oscilan entre 2,79 hasta 3,10 número de hojas por planta. Dando razón a lo enunciado por Sánchez (2001), las plántulas de frutilla germinadas en sustratos como el humus tienen un mejor desarrollo del follaje, esto se debe a que el sustrato aporta con los nutrientes suficientes para tal efecto.

Los resultados obtenidos de igual forma concuerdan con lo expuesto por Hartmann y Kester (1998), el ácido giberélico sin embargo en concentraciones bajas estimulan la iniciación de brotación es por ello que en esta investigación los tratamientos con dosis de 2.000 ppm alcanzaron mayor número de hojas por planta.

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 7. Número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Tratamiento		Número de hojas por planta
T ₁	(Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm)	2,94 b
T ₂	(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm)	2,89 b
T ₃	(Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm)	4,19 a
T ₄	(Tierra negra sin hormona)	2,89 b
T ₅	(Humus + ácido giberélico 1.000 ppm)	3,05 b
T ₆	(Humus + ácido giberélico 1.500 ppm)	2,85 b
T ₇	(Humus + ácido giberélico 2.000 ppm)	4,38 a
T ₈	(Humus sin hormona)	2,89 b
T ₉	(Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm)	2,94 b
T ₁₀	(Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm)	2,79 b
T ₁₁	(Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm)	3,10 b
T ₁₂	(Pomina sin hormona)	2,94 b
Coeficiente de variación		3,58%

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

4.4. Altura de las plantas (cm)

Para los factores A y B en altura de las plantas existe diferencia estadística altamente significativa con valores de 0,0000** de probabilidad para ambos respectivamente. Así como también para los tratamientos que obtuvo una diferencia altamente significativa con valor de 0,0000** (Anexo 5).

El (Cuadro 8) demuestra diferencia estadística altamente significativa para la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos, así tenemos la primera categoría para el tratamiento T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm) con 5,07 de valor. Una segunda categoría para el tratamiento T₅ (Humus + ácido giberélico 1.000 ppm) con 3,61 de valor. Una tercera categoría intermedia para los tratamientos T₃ (Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm), T₁ (Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm) y T₈ (Humus sin hormona) con valores que varían entre 3,44 hasta 3,51 respectivamente. Una cuarta categoría con valores que fluctúan entre 3,33 hasta 3,36 para los tratamientos T₂ (Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm), T₆ (Humus + ácido giberélico 1.500 ppm) y T₄

(Tierra negra sin hormona). Y como última y quinta categoría los tratamientos T₁₁ (Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm), T₉ (Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm), T₁₂ (Pomina sin hormona) y T₁₀ (Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm) con valores que oscilan entre 2,33 hasta 2,41 cm de altura de plantas. Estos resultados se ajustan a lo descrito por Azcon-Bieto y Talon (1996), 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; también se capitula con lo expuesto por Garcidueñas (2005), el ácido giberélico estimula el crecimiento del tallo de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular.

Cuadro 8. Altura de las plantas (cm) en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Tratamiento		Altura de las plantas (cm)
T ₁	(Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm)	3,47 bc
T ₂	(Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm)	3,36 c
T ₃	(Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm)	3,51 bc
T ₄	(Tierra negra sin hormona)	3,33 c
T ₅	(Humus + ácido giberélico 1.000 ppm)	3,61 b
T ₆	(Humus + ácido giberélico 1.500 ppm)	3,34 c
T ₇	(Humus + ácido giberélico 2.000 ppm)	5,07 a
T ₈	(Humus sin hormona)	3,44 bc
T ₉	(Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm)	2,37 d
T ₁₀	(Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm)	2,33 d
T ₁₁	(Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm)	2,41 d
T ₁₂	(Pomina sin hormona)	2,34 d
Coeficiente de variación		2,32%

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

4.5. Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1.000 semillas de fresa

En el análisis de costos (Cuadro 9) de los tratamientos aplicados en germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011), demuestra que el tratamiento T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm) es el de mayor costo con valor de \$30,00; en un segundo lugar tenemos el tratamiento T₃ (Tierra negra + ácido giberélico 2.000 ppm) con un costo de \$28,89; en tercer lugar el tratamiento T₁₁ (Pomina + ácido giberélico 2.000 ppm) con un costo de \$28,88; en cuarto lugar el tratamiento T₆ (Humus + ácido giberélico 1.500 ppm) con un costo de \$27,50; en quinto lugar el tratamiento T₂ (Tierra negra + ácido giberélico 1.500 ppm) con un costo de \$26,39; en sexto lugar el tratamiento T₁₀ (Pomina + ácido giberélico 1.500 ppm) con un costo de \$26,38; en séptimo lugar el tratamiento T₅ (Humus + ácido giberélico 1.000 ppm) con un costo de \$25,00; en octavo lugar el tratamiento T₁ (Tierra negra + ácido giberélico 1.000 ppm) con un costo de \$23,89; en noveno lugar el tratamiento T₉ (Pomina + ácido giberélico 1.000 ppm) con un costo de \$23,88; en décimo lugar el tratamiento T₈ (Humus sin hormona) con un costo de \$20,00; en décimo primer lugar el tratamiento T₄ (Tierra negra sin hormona) con un costo de \$18,89 y en décimo segundo el tratamiento T₁₂ (Pomina sin hormona) con \$18,88 de costo.

Cuadro 9. Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1.000 semillas en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Costos	Tratamientos											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
Ácido giberélico	5,00	7,50	10,00	0,00	5,00	7,50	10,00	0,00	5,00	7,50	10,00	0,00
Tierra negra	0,16	0,16	0,16	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Humus	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Pomina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	0,21	0,21
Vitavax 300	0,29	0,29	0,29	0,29	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Decis	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Mano de obra	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Agua destilada	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tarrina plástica	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bandeja germinadora	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
TOTAL \$	23,89	26,39	28,89	18,89	25,00	27,50	30,00	20,00	23,88	26,38	28,88	18,88

V. CONCLUSIONES

- Las hormona ácido giberélico si acelera la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*).
- Las hormona ácido giberélico, influye en la cantidad de número de hojas por planta de fresa (*Fragaria spp.*).
- El número de hojas por planta y la altura de las plantas está ligada a la acción estimuladora del ácido giberélico; mientras más pronto germinan las semillas de fresa (*Fragaria spp.*), el desarrollo de las plántulas es excelente.
- Los sustratos tierra negra, humus y pomina actúan independiente a la acción de la hormona ácido giberélico en germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*).
- El mejor sustrato para la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) es el humus.
- El mejor tratamiento para la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) es el T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm).
- El tratamiento T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm) es el que presentó el mayor costo; y, el tratamiento T₁₂ (Pomina sin hormona) demostró el menor valor en cuanto se refiere a germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*).

VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener una rápida germinación y plántulas altas y vigorosas de fresa (*Fragaria spp.*), se recomienda la aplicación de ácido giberélico en dosis de 2.000 ppm.
- Como alternativa para la germinación y producción de plántulas de fresa se recomienda el tratamiento T₅ Humus + (Ácido giberélico 1.000 ppm).
- Para optimizar la germinación de semillas de fresa se debe considerar la retención de humedad y aireación que alcanza los diferentes sustratos, lo que se convierte en un factor condicional de germinación.

VII. RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo establecer la influencia de estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos en la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*). La hormona utilizada fue ácido giberélico en dosis de 1.000, 1.500 y 2.000 ppm; y, los sustratos tierra negra, humus y pomina.

El trabajo investigativo se realizó, en el sector de Tontapí Chico, cantón Patate provincia del Tungurahua, en la propiedad del señor Ángel Tipán.

El diseño experimental empleado fue D.C.A. con arreglo factorial de 3 x 4 y 3 repeticiones, la toma de datos se efectuó a los 40 días de la investigación, a los cuales se les realizó el análisis estadístico mediante Statistical Analysis System (SAS). Se empleó el procedimiento ANOVA para el análisis de varianza, prueba de Tukey (0,05) para comparación de medias. También se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento a 1.000 semillas de fresa.

De los resultados se establece que el mejor tratamiento para la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos es el T₇ (Humus + ácido giberélico 2.000 ppm) así también es el de mayor costo de aplicación; y, el tratamiento T₁₂ (Pomina sin hormona) es el que presento el menor costo.

Para la germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*), se recomienda utilizar humus como sustrato y aplicar ácido giberélico 2.000 ppm.

VIII. SUMMARY

This study aimed to establish the influence of a hormone stimulation using three types of substrates on the germination of strawberry (*Fragaria spp.*). The hormone gibberellic acid was used in doses of 1.000, 1.500 and 2.000 ppm, and black soil substrates, humus and Pomino.

The research work was carried out in the field of Tontapí Chico, Patate Canton province of Tungurahua, in the ownership of Mr. Angel Tipán.

The experimental design was D.C.A. factorial arrangement 3 x 4 and 3 reps, data collection was performed at 40 days of the investigation, which was performed statistical analysis using Statistical Analysis System (SAS). ANOVA procedure was used for the analysis of variance, Tukey (0,05) to compare means. We conducted an economic analysis of costs of implementing each treatment to 1.000 strawberry seeds.

From the results it states that the best treatment for germination of strawberry (*Fragaria spp.*) stimulation of a hormone using three types of substrates is the T₇ (Humus + 2.000 ppm gibberellic acid) and also the higher cost of implementation and, treatment T₁₂ (Pomino no hormone) is the one that had the lowest cost.

For the germination of strawberry seed Humus recommended use as substrate and apply 2.000 ppm gibberellic acid.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acuaristas. 2008. Sustratos nutritivos. Consultado el 15 de mayo del 2008.
Disponible en: <http://2008Acuaristas.com>
- Alaquairum. 2008. Hormonas vegetales. Consultado el 20 de julio del 2010.
Disponible en: http://alaquairum.net/hormonas_vegetales
- Azcon-Bieto, J; Talon M. 1996. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Segunda Edición. Interamericana Mc Gram-Hill. Madrid, España. Pp. 239-242.
- Calderón, E. 1998. Fruticultura General. El esfuerzo del hombre. Tercera Edición. Editorial Noriega. México. Pp. 506-528, 542,545-549.
- 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 13 de mayo del 2008.
Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94_esp.shtml
- Elicriso. 2010. Tipo de terreno y trasplante orquídeas. Consultado 07 agosto 2010. Disponible en: <http://www.elicriso.it/es/orquideas/trasplanto>
- Garcidueñas, M. 2005. Fisiología Vegetal Aplicada. 5 ed, Interamericana McGraw Hill, México DF, México. Pp. 324-397.
- Hartmann, H; Kester, D. 1998. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. 6 ed. Editorial Continental SA. México. Pp. 136-170, 188-196, 219-236, 255-304, 319-360.

Información Técnica Agrícola (Infoagro) 2003. El cultivo de babaco. Consultado 28 octubre 2010. Disponible en: [http:// www.cultivos.com](http://www.cultivos.com).

Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo. 2010. Estación Meteorológica Quinta La Delicia. Patate, EC.

Jackson, D; Looney, N. 2003. Producción de frutas de climas templados y subtropicales. Segunda Edición. Zaragoza. España. Pp. 44-191.

Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Biblioteca de campo. Fundación hogares juveniles campesinos. Pp. 796-798.

Océano Grupo Editorial S.A. 1999. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. Pp. 609-612.

Piñuela, J. 2007. El Humus de Lombriz. Consultado el 20 de mayo del 2008. Disponible en: <http://www.zamorano.edu.hn>.

Proyecciones de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales (Proexant) 2003. Babaco. Consultado 22 de mayo del 2008. Disponible en: <http://www.proexantec.com/Caricaceae.h>

Sánchez, L. 2001. Producción de plántulas por vía sexual de frutilla (*Fragaria spp.*) aplicando tres dosis de ácido giberélico. Tesis Técnico Superior en Flori-fruticultura. Patate, EC. ITSABA. Pg. 31-37.

SAS (Statistical Analysis System, EU). 1985. Guide for personal computers. Version 6. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Terranova Editores Ltda. 1995. Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola 1, Pp. 196-199.

X. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las variables analizadas en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Repetición	Factor A	Factor B	Días a germinación	Porcentaje de germinación	Número de hojas por planta	Altura de las plantas (cm)
1	1	1	17	60	2,83	3,45
1	1	2	16	60	3,00	3,33
1	1	3	11	70	4,28	3,50
1	1	4	18	60	2,83	3,30
1	2	1	16	70	3,00	3,62
1	2	2	15	70	2,85	3,35
1	2	3	10	70	4,42	5,20
1	2	4	18	60	3,00	3,38
1	3	1	18	60	2,83	2,28
1	3	2	17	60	2,83	2,33
1	3	3	11	60	3,16	2,45
1	3	4	19	60	3,00	2,28
2	1	1	16	60	3,00	3,51
2	1	2	15	70	2,85	3,40
2	1	3	11	70	4,14	3,42
2	1	4	18	60	3,00	3,40
2	2	1	17	60	3,16	3,55
2	2	2	15	70	2,71	3,28
2	2	3	11	70	4,14	4,90
2	2	4	18	60	2,83	3,43
2	3	1	18	60	3,00	2,48
2	3	2	17	60	2,83	2,38
2	3	3	11	70	3,14	2,37
2	3	4	19	60	3,00	2,33
3	1	1	17	60	3,00	3,46
3	1	2	16	60	2,83	3,36
3	1	3	11	70	4,14	3,61
3	1	4	18	60	2,83	3,30
3	2	1	17	60	3,00	3,65
3	2	2	16	70	3,00	3,40
3	2	3	11	70	4,57	5,10
3	2	4	18	60	2,83	3,50
3	3	1	17	60	3,00	2,35
3	3	2	17	70	2,75	2,28
3	3	3	10	60	3,00	2,40
3	3	4	19	60	2,83	2,41

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	5,722	2,861	14,7143	0,0001**
Factor B	3	295,417	98,472	506,4286	0,0000**
AB	6	3,167	0,528	2,7143	0,0372*
Error	24	4,667	0,194		
Total	35	308,972			

Coefficiente de variación 2,84%

** = Altamente significativo; * = Significativo.

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	105,556	52,778	4,7500	0,0183*
Factor B	3	363,889	121,296	10,9167	0,0001**
AB	6	94,444	15,741	1,4167	0,2492
Error	24	266,667	11,111		
Total	35	830,556			

Coefficiente de variación 5,24%

** = Altamente significativo; * = Significativo.

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	0,823	0,412	32,3025	0,0000**
Factor B	3	6,530	2,177	170,7958	0,0000**
AB	6	2,070	0,345	27,0755	0,0000**
Error	24	0,306	0,013		
Total	35	9,730			

Coefficiente de variación 3,58%

** = Altamente significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de las plantas en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Factor A	2	14,286	7,143	1285,7823	0,0000**
Factor B	3	2,485	0,828	149,1274	0,0000**
AB	6	3,489	0,582	104,6773	0,0000**
Error	24	0,133	0,006		
Total	35				

Coeficiente de variación 2,32%

** = Altamente significativo.



Figura 1. Días a germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 2. Pocentaje de germinación en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 3. Número de hojas por planta en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 4. Altura de las plantas (cm) en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 5. Fase preparatoria de las semillas en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 6. Aplicación de la hormona en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 7. Desinfección de las semillas en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 8. Desinfección de los sustratos en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 9. Llenado de las tarrinas con los sustratos en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 10. Siembra en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 11. Riego en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 12. Labores culturales en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011)”.



Figura 13. Control fitosanitario en “Germinación de semillas de fresa (*Fragaria spp.*) con estimulación de una hormona utilizando tres tipos de sustratos (2011).”.