

**ENSAYOS PARA MEJORAR LA  
GERMINACIÓN DE LA “GROSELLA  
TROPICAL”  
*(Phyllanthus acidus (L.) Skeels)***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
Academico de Licenciatura.

Presentado por

**Miguel Angel Pérez**

**Zamorano, Honduras**  
Carrera de Ciencia y Producción  
Diciembre del 2000

El autor concede a El Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Miguel Angel Pérez

El Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2000

**Ensayos para mejorar la germinación de la “grosella tropical”**  
*(Phyllanthus acidus (L.) Skeels)*

Presentado por

Miguel Angel Pérez Pérez

Aprobada:

---

Odilo Duarte, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Jorge Iván Restrepo M.B.A.

---

Mauricio Huete, Ing. Agr.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Fernando Fuentes, Ing. Agr.  
Asesor

---

Keith Andrews, Ph. D.  
Director General

---

Odilo Duarte, Ph. D.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A la Naturaleza y a mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios y la Virgen por la fortaleza que me han brindado hasta hoy, por ser la luz que ilumina mi camino y por haberme cuidado estos cuatro años.

A mi familia por su apoyo total en la distancia, unidad y amor. Por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mi abuela Esther Pérez por haberme apoyado siempre, sin ella esto no hubiera sido posible.

Al Doctor Duarte por su amistad y valiosa ayuda en la realización de este documento.

Al Ingeniero Mauricio Huete por su ayuda en la parte estadística.

Al Arquitecto Fernando Fuentes.

A Mario, Bertha, Byron, Juan Francisco y Juan José mil gracias por haber hecho de mi estadía algo muy divertido.

A Xóchilt y Roberto gracias por todo.

A todos mis amigos el más sincero agradecimiento.

A todo el personal y compañeros de Horticultura.

A mis profesores.

A Zamorano.

## RESUMEN

Pérez, Miguel Angel. 2000. Ensayos para mejorar la germinación de la “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 29p.

La “grosella tropical” tiene normalmente una germinación baja y lenta debido a su “semilla” que está compuesta de cuatro semillas soldadas que forman un “hueso” y dificulta el proceso de germinación. Debido a este impedimento físico se pretendió aumentar el porcentaje final de germinación, la altura de las plántulas y el número de plantas por “semilla”. Se probaron tratamientos en remojo por 24 h en ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a: 0,10,100, 500, 1,000, 2000, 4,000 y 8,000 ppm; un testigo sin remojo; lavado en agua corriendo por 24 h y remojo por 3 min en agua hirviendo. Ninguno de los tratamientos aumentó significativamente la germinación, altura de la plántula ni el número de plántulas por semilla. El mayor porcentaje de germinación (30%) se obtuvo con 10 ppm de AG<sub>3</sub> y el más bajo con 8,000 ppm (19%), pero ninguno fue estadísticamente superior al testigo (29%). El lavado en agua corriendo por 24 horas tuvo más germinación en la primera semana con 20% pero no mejoró el porcentaje final de germinación; el remojo por 3 min en agua hirviendo mató a los embriones. Las plántulas más altas (8.54 cm) al final de los 4.5 meses se consiguió con remojo por 24 h en 10 ppm de AG<sub>3</sub>, que superó estadísticamente las alturas de las dosis mayores de AG<sub>3</sub>, aunque no superó semillas que se remojaron sólo en agua. El mayor número de plántulas por semilla (2.36) se logró con el lavado 24 h en agua corriendo, pero sin diferencias significativas entre tratamientos. Ninguno de los tratamientos aumentó significativamente la germinación o crecimiento inicial, debido a que esta fruta, aparentemente no es sensible a este tipo de reguladores.

## NOTA DE PRENSA

### **LA “GROSELLA TROPICAL” UNA FRUTA CON POTENCIAL EN EL MERCADO, PERO SE DEBE MEJORAR SU PROPAGACION.**

La “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels) es un árbol alargado de tronco no tan ancho y adaptable a suelos en malas condiciones, el fruto es de color amarillento a verdoso y de tamaño pequeño (1-2 cm), su pulpa es de sabor muy ácido y rico en vitamina C, fósforo y calcio; esta fruta es muy apreciada por los asiáticos.

Posee diversos usos, en general se la consume como fruta fresca y debido a su sabor ácido es preferido por los niños, en las islas del Pacífico sur se elabora el “chutney” que es una especie de jalea agridulce que acompaña a comidas saladas, también se elabora vino y de las raíces se realizan extractos medicinales.

El principal problema en las frutas tropicales, radica en que no se existe información suficiente sobre el cultivo, ni la manera más eficiente de propagarlo. Este ensayo enfocó la propagación sexual o por semilla que es de gran importancia ya que de este proceso salen los patrones que se injertarán.

Los resultados obtenidos del ensayo realizado en la Escuela Agrícola Panamericana durante los meses de junio a octubre, indican que no existen diferencias estadísticas en usar remojos con ácido giberélico para mejorar el porcentaje de germinación; numéricamente la “grosella tropical” responde mejor a concentraciones más bajas del ácido giberélico. El ácido giberélico no mejoró el porcentaje de germinación final, pero si aumentó la velocidad de germinación inicial.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	I
	Autoría.....	Ii
	Página de Firmas.....	Iii
	Dedicatoria.....	Iv
	Agradecimientos.....	V
	Resumen.....	Vi
	Nota de Prensa.....	Vii
	Contenido.....	Viii
	Indice de Cuadros.....	X
	Indice de Figuras.....	Xi
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	LA GROSELLATROPICAL.....	3
2.1.1	Origen y distribución.....	3
2.1.2	Descripción botánica.....	3
2.1.3	Requerimientos climáticos.....	4
2.1.4	Germinación de semillas.....	4
2.2	EL PROCESO DE PROPAGACION SEXUAL.....	4
2.2.1	Desarrollo del embrión.....	4
2.2.2	Acumulación de reservas alimenticias.....	4
2.2.3	Adquisición de la capacidad germinativa.....	5
2.2.4	Semilla.....	5
2.2.5	Partes de la semilla.....	5
2.2.6	Tipos de semilla por su forma de almacenaje.....	6
2.2.7	Viabilidad de las semillas.....	6
2.2.8	Factores que afectan la viabilidad de la semilla.....	7
2.2.8.1	Condiciones de desarrollo.....	7
2.2.8.2	Condiciones de almacenamiento.....	7
2.3	GERMINACION DE LAS SEMILLAS.....	8
2.3.1	Definiciones.....	8
2.3.2	Requisitos previos para la germinación.....	8
2.3.3	Etapas de la germinación.....	8
2.3.3.1	Activación.....	8
2.3.3.2	Digestión y traslocación.....	9
2.3.3.3	Crecimiento de la plántula.....	9
2.4	FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACION.....	10
2.4.1	Agua.....	10
2.4.2	Temperatura.....	10

2.4.3	Aireación.....	10
2.5	REGULADORES Y SU USO EN LA GERMINACION.....	10
2.5.1	Las giberelinas.....	11
2.5.2	El ácido abscísico (ABA).....	11
2.5.3	Las citokininas.....	11
2.5.4	Etileno.....	11
2.5.5	Otros compuestos.....	11
2.6	USO DE GIBERELINAS PARA MEJORAR LA GERMINACION.....	12
2.7	PROBLEMAS CON EL USO DE FITORREGULADORES.....	13
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>17</b>
4.1	GERMINACION.....	17
4.2	ALTURA DE LAS PLANTULAS.....	21
4.3	NUMERO DE PLANTAS POR SEMILLA.....	23
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>28</b>

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Tratamientos pregerminativos de la semilla de “grosella tropical” ( <i>Phyllanthus acidus</i> ) luego de diversos tratamientos. El Zamorano, Honduras, 2000.....	16
2.	Porcentaje acumulado de germinación de “grosella tropical” ( <i>Phyllanthus acidus</i> ) luego de diversos tratamientos. El Zamorano, Honduras, 2000.....	18
3.	Altura en (cm) de plántulas de “grosella tropical” ( <i>Phyllanthus acidus</i> ) luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 2000.....	22
4.	Promedio de plantas obtenidas por “semilla” de “grosella tropical” ( <i>Phyllanthus acidus</i> ). El Zamorano, Honduras, 2000.....	24
5.	Germinaciones, alturas y número de plantas por semilla de “grosella tropical” ( <i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels) para cada tratamiento al final del ensayo. El Zamorano, Honduras, 2000.....	25

**INDICE DE FIGURAS****Figura**

1. Curva de germinación de “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus*).  
Promedio de todos los tratamientos. El Zamorano, Honduras,  
2000..... 20

## 1. INTRODUCCION

En el mercado internacional ha existido la tendencia a un tradicionalismo en las frutas que se comercializan, que se reducen a un número que no representa en lo absoluto la cantidad total existente y la tasa de aparición de nuevas especies “no tradicionales” en el mercado se está dando pero a paso lento. En gran parte esto se debe a un conjunto de factores como falta de conocimiento por parte de los consumidores y falta de oferta de calidad por parte de los posibles abastecedores. Los países de América poseen un gran potencial en lo que a frutas exóticas se refiere, pero el problema principal está en la comercialización, ya que es difícil introducir una fruta desconocida a otro país y más aún a otro continente. Algunas frutas tropicales se han podido dar a conocer a nivel mundial y estas en la actualidad representan las principales frutas de exportación de nuestros países. Para poder dar este gran salto, primero se debe seleccionar plantas superiores, es decir con frutos de mayor tamaño, mejor calidad, con mayor productividad y otros aspectos según la fruta que se seleccione; luego que ya se tiene el biotipo superior se procede a su propagación vegetativa para no perder las características deseadas. Normalmente se debe empezar el proceso de comercialización a nivel local e ir aprendiendo el cultivo y ampliando el mercado.

Muchas de estas frutas tropicales tienen un potencial para ser comercializadas como producto procesado como es el caso de la llamada “grosella” tropical (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels) que pertenece a la familia de las Euphorbiaceas, esta es una fruta típica de algunos países tropicales del mundo, que por su sabor extremadamente ácido es preferida por la gente joven, en especial los niños y se comercializa a manera informal en los mercados o en las calles, en pequeñas bolsas de plástico. La real importancia de esta fruta no está en su consumo como fruta fresca, sino como fruta procesada. Cocinándola con azúcar se produce una mielecilla, que es muy común en Indonesia y que se usa como saborizante en las comidas, en Filipinas se elaboran bebidas frescas y vinagre, en Malasia se elabora el “chutney” de grosella, que es una salsa agrídulce que acompaña las carnes. Esta fruta posee propiedades medicinales y también es muy rica en vitamina C, fósforo y calcio.

La “grosella” tropical no es un frutal propagado en viveros y no existe una selección adecuada de plantas fenotípicamente superiores cuyos frutos puedan rendir mayor cantidad de materia prima para la elaboración de los diferentes productos a pesar de la posible demanda en el mercado.

La producción eficiente de plantas se las puede obtener mediante la reproducción sexual o asexual; se podría generalizar en casi todos los frutales reproducidos sexualmente o sea por semilla, se ven en la necesidad de injertarse debido a la marcada variabilidad genética por la heterocigocidad proveniente de la semilla sexual en la mayoría de ellos pues generalmente tienen polinización cruzada; mediante la reproducción asexual ya sea por injerto, estaca, acodo o algún tipo de órgano vegetativo se garantiza una planta genéticamente igual a la original. El uso de injertos es una practica que ha revolucionado la fruticultura hace mucho tiempo, pero de nada sirve si no se usa. Para ello normalmente hay que contar con patrones adecuados. Los patrones generalmente provienen de semilla y al momento de la realización del injerto se requiere uniformidad de tamaño de ellos y esto se logra mediante una germinación pareja de la semilla. En muchas especies de frutales la germinación no es un problema serio, pero existen especies que presentan latencia, muchas de estas son semillas provenientes de frutales caducifolios y pocas veces de los siempreverdes. Estas semillas latentes requieren de un estímulo para germinar, ya sea acumulación de horas frío como en el caso de las semillas de frutales de clima templado o simplemente requieren de cierto período de tiempo; muchas veces estos problemas relacionados con latencia se traducen en desuniformidad al momento de la emergencia de la plántula. Otro problema relacionado con la germinación es cuando la

capa que recubre a la semilla es demasiado dura como en ciertas semillas y en estos casos existen métodos como la escarificación y la estratificación. Sin embargo existe una amplia gama de frutales tropicales como la “grosella” que presentan problemas de uniformidad en la germinación, y sobre los cuales casi no se han realizado investigaciones para poderlos solucionar y alcanzar un buen porcentaje germinativo o una germinación uniforme.

**Todos los problemas relacionados con la germinación son serios** al momento de establecer viveros comerciales ya que la desuniformidad de germinación atrasa el ciclo productivo y aumenta el costo por planta. Existen estudios realizados con reguladores en los que se acelera y aumenta la germinación y/o acelera el crecimiento inicial de las plántulas, estas técnicas van en beneficio directo del viverista. La finalidad de este estudio fue evaluar como influyen diferentes dosis de ácido giberélico (GA3 ) y remojo en agua en el porcentaje y velocidad de germinación de la “grosella” para reducir los problemas de desuniformidad al momento de establecer un vivero o acelerar el crecimiento de las plántulas.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. LA GROSELLA TROPICAL**

#### **2.1.1. Origen y desarrollo**

Se cree que esta especie es originaria de Madagascar ya que se ha encontrado la mayor diversidad de ella en esta zona, posteriormente fue llevada al este de la India. A las Filipinas se dice que llegó en tiempos prehistóricos y desde ese entonces esa fruta se la ha venido cultivando como árbol de patio trasero. En la actualidad es común ver crecer esta fruta en las islas del Pacífico sur, Indonesia y Vietnam (Morton, 1987). En 1793 llegó a América, específicamente a Jamaica lugar de donde se dispersó por las islas del Caribe, Bermudas y Bahamas. Posteriormente llegó al continente americano en donde las condiciones de trópico favorecieron para que esta fruta se adapte perfectamente (Morton, 1987). La “grosella” hasta la fecha se ha introducido en la parte sur de México, así como también los países bajos de Centro América a excepción de Honduras. En Sudamérica se la encuentra distribuida casi en todos los países ubicados en las zonas tropicales y subtropicales.

#### **2.1.2. Descripción botánica**

Al árbol se le considera un siempreverde y puede alcanzar hasta 10 metros de altura y genera una copa densa; las ramillas nudosas llevan hojas alternas y elípticas de 4 a 6 centímetros de largo, caedizas dando la apariencia de una hoja compuesta. Las inflorescencias salen de las partes defoliadas de las ramas gruesas y muy rara vez de las axilas de las hojas. En los racimos se encuentran flores unisexuales de color rojo con el perianto dividido en cuatro partes. Las flores estaminadas tienen cuatro estambres y las pistiladas un ovario esférico terminado en seis ramas estigmáticas finas y agudas. Los frutos son algo aplanados, con el ápice hundido, su diámetro oscila entre 1 a 3 cm en el mejor de los casos, mostrando cuatro prominencias longitudinales a manera de lóbulos.

El fruto cuando inmaduro es de color verde claro y cuando llega a madurez se pone de un color amarillo claro. Contiene un mesocarpo ácido y acuoso. El endocarpo es duro, con seis surcos longitudinales marcados y con tres celdas con dos semillas en cada celda. El sabor de la fruta varía mucho debido a la heterocigocidad, existen grosellas desde muy ácidas hasta algo dulces.

#### **2.1.3. Requerimientos climáticos**

Es un frutal naturalmente adaptado a los trópicos, también puede crecer en los subtrópicos. Posee un requerimiento promedio anual de precipitación de 1000 a 1500 mm y puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1300 m de altura. Las condiciones óptimas de temperatura oscilan entre los 25-30 °C. En condiciones de lluvia todo el año, se pueden obtener cosechas frecuentes; cuando se presenta un período seco seguido de lluvia se obtienen dos cosechas bien concentradas. La floración no presenta problemas en ningún tipo de clima, aunque floraciones en periodos secos se traducen en cosechas más abundantes.

#### **2.1.4. Germinación de semillas**

No se han encontrado reportes o investigaciones sobre cual es la mejor manera para propagarla sexualmente.

## **2.2. EL PROCESO DE PROPAGACION SEXUAL**

### **2.2.1. Desarrollo del embrión**

El endospermo es la fuente de alimento del embrión durante el desarrollo de la semilla y de la plántula a pesar que entre estas dos estructuras no existan conexiones vasculares; en algunas familias el endospermo no es consumido, pero queda funcionando como tejido de almacenamiento (Hartmann & Kester, 1997).

Según Hartmann & Kester (1997), la principal causa de aborto cuando se hibridan semillas de distinta composición genética se debe a la falta de desarrollo del endospermo, lo que conduce a un desarrollo retardado del embrión. Los tamaños y estructuras de los embriones difieren según las diversas familias de plantas; las estructuras embrionarias son de real importancia para poder llegar comprender el comportamiento fisiológico durante la germinación.

### **2.2.2. Acumulación de reservas alimenticias**

Según Hartmann & Kester (1997), una vez que la semilla ha alcanzado su tamaño completo, su posterior incremento se deberá a la acumulación de materiales de reserva provenientes de la fotosíntesis en forma de carbohidratos transformados a productos complejos de almacenamiento, este proceso normalmente ocurre cerca del final del periodo de maduración del fruto; el desarrollo inicial de la plántula depende del material de reserva acumulado por la semilla, es por ello que semillas bien “llenas” y robustas tienen mejores porcentajes de germinación y dan plantas más vigorosas.

Los factores que afectan negativamente la acumulación de reservas en orden de importancia (Hartmann & Kester, 1997) son: inmadurez de las semillas al momento de recolectarlas; desbalance nutricional de la planta; falta de humedad en el suelo; daños a la semilla por insectos o enfermedades; extremos de temperatura durante su formación.

### **2.2.3. Adquisición de la capacidad germinativa**

El desarrollo morfológico y fisiológico del embrión se denomina embriogénesis. Durante el desarrollo de la semilla ocurren una serie de procesos vitales a nivel celular que se traducen en agrandamiento de tejido por medio de divisiones y expansiones celulares a nivel del embrión (Hartmann & Kester, 1997).

Existen varios mecanismos para el control del desarrollo del embrión, ya sean controles hormonales, normalmente innatos de las diferentes tipos de células del embrión para poder adquirir formas específicas. Existen pruebas que concluyen que para ciertas especies el ARNm (ácido ribonucleico mensajero) es el encargado del desarrollo del embrión, así como del potencial germinativo y participa activamente en las primeras etapas de la germinación (Hartmann & Kester, 1997).

### **2.2.4. Semilla**

Según Montes (1998), la semilla botánicamente es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro, que contiene una planta pequeña denominada embrión la cual está rodeada de material de reserva. Según Babel (1988), la semilla botánicamente es el óvulo maduro y fertilizado, que contiene al embrión y estructuras de almacenamiento de reservas alimenticias, todo esto rodeado por estructuras de revestimiento que la protegen.

La ubicación y estructura del embrión con relación a los tejidos de almacenamiento varían de manera considerable en base a tamaño, forma y ubicación según las diferentes especies. Según Hartmann & Kester

(1997), todos los caracteres anteriormente mencionados poseen un efecto marcado en el proceso germinativo.

### **2.2.5. Partes de la semilla**

## **Embrión**

Es el producto de la unión de los gametos masculinos y femeninos durante la fecundación, constituye la futura planta la cual está provista de dos ápices o puntos de crecimiento en cada extremo, el de la punta del tallo y el de la punta de la raíz; en el centro se encuentra el eje embrionario del que salen las hojas seminales o cotiledonares, las que cumplen una función vital en los primeros días de germinada la plántula (Hartmann & Kester, 1997).

## **Tejidos de almacenamiento**

Las semillas que poseen sus tejidos de reserva en las hojas cotiledonares se las llama no endospermicas, en este caso el embrión es dominante a través de sus cotiledones; mientras que las que poseen su material de reserva en el endospermo se las llama endospermicas y

las reservas se encuentran almacenadas en el endosperma, como en las monocotiledoneas y perisperma, en el caso de las Quenopodiáceas, en este caso el tamaño del embrión es reducido en comparación al resto de la semilla (Hartmann & Kester, 1997).

## **Cubiertas de la semilla**

La cubierta de la semilla, también llamada testa proviene del remanente del endospermo y la nucela que es uno de los componentes primarios de la pared del óvulo en la flor. El tipo de cubierta varía según la familia, existiendo cubiertas extremadamente duras, frágiles, impermeables, permeables y de diferentes colores (Hartmann & Kester, 1997). Existen plantas cuyos frutos permanecen adheridos a la semilla de tal forma que se tiene que manejar a toda la estructura como una sola semilla. Según Hartmann & Kester (1997), la cubierta de los frutos de hueso es la porción endurecida del pericarpio, normalmente es dehiscente y puede ser removida con mucha dificultad. La función principal de la cubierta es brindar protección mecánica al embrión, facilitando así su manejo, también influye directamente sobre la germinación.

### **2.2.6. Tipos de semilla por su forma de almacenaje**

Según Roberts (1995), existen 2 tipos principales de semilla en base a su capacidad de almacenaje:

**Ortodoxas** Son las semillas que se pueden almacenar durante largos periodos y aguantan bajas temperaturas en la etapa de almacenamiento. Se pueden secar hasta quedar con un contenido de humedad de 5%, este es el caso de los granos básicos y muchas plantas de clima templado.

**Recalcitrantes** Este tipo de semillas no toleran almacenamiento durante largos periodos. No pueden perder mas de un 20-50% de humedad, de lo contrario se mueren. Este es el caso de muchas semillas de frutales tropicales.

## 2.2.7. Viabilidad de las semillas

Viabilidad es el porcentaje de semillas que logran germinar de un determinado número. Cuando la semilla entra en los procesos catabólicos su viabilidad disminuye notoriamente. Se puede tener una idea vaga de cuan viable es una semilla sin tener que sembrarla, esto se logra mediante una prueba de inspección directa. Se realiza un corte longitudinal a la semilla y observando la composición del endospermo o cotiledones, estos deberán estar sanos, completos y sin coloraciones parduscas que sean indicadoras de tejido necrosado en proceso de descomposición (Trujillo, 1995).

Pollock y Kearns (1962), indican que no existen retrasos accidentales en la germinación; existen mecanismos fisiológicos que impiden a la semilla que se desarrolle. Estos obstáculos pueden ser de tipo físico o químico; los físicos están relacionados con los órganos de recubrimiento del embrión y la semilla en general, mientras que los químicos están asociados con fitohormonas como las giberelinas y grupos fenólicos, que en algunos casos se encuentran en los órganos de recubrimiento o en el mismo embrión (Hartmann & Kester, 1997).

## 2.2.8. Factores que afectan la viabilidad de la semilla

**2.2.8.1. Condiciones de desarrollo.** Según Montes (1998), la viabilidad de las semillas se ve afectada directamente por las condiciones que se den antes del almacenamiento. Una vez que la semilla ha alcanzado su madurez, debe ser manejada con sumo cuidado, a veces a la semilla se le puede reducir considerablemente su viabilidad; en tomate sucede cuando se prolonga el periodo de fermentación de semilla dentro del fruto. En el caso del manejo post-cosecha de los granos, la viabilidad se ve comprometida en el momento del trillado donde suelen destruirse capas internas debido al movimiento y fricción del proceso. La escarificación en algunos casos no es satisfactoria debido a que se destruye el embrión y muchas semillas obtenidos de frutos inmaduros no germinan (Montes, 1998).

Las condiciones de campo en las que se desarrolla el cultivo influenciarán de maneja notoria la calidad y el porcentaje de germinación de las semillas (Montes, 1998). Se sabe que bajos contenidos de K y Ca en las plantas, se traducen en bajos porcentajes germinativos al momento de siembra. Según Montes (1998), aplicaciones foliares de Ca y B antes de floración favorecen un mejor desarrollo de la semilla. Ataques severos de insectos que dañan flores y frutos pueden reducir la viabilidad de la semilla, al igual que las enfermedades que se producen en hojas y frutos las que afectan directamente a la germinación (Montes, 1998). Existen otros factores que no dependen del manejo agronómico que se le dé al cultivo tales como elevadas temperaturas y vientos calientes durante el proceso de maduración de la semilla.

**2.2.8.2. Condiciones de almacenamiento.** Para Hartmann y Kester (1997), las condiciones específicas de almacenaje que mantienen la viabilidad de las semillas, son aquellas que reducen la respiración y los procesos metabólicos sin que el embrión se vea comprometido. En condiciones de almacenamiento sólo se deben controlar dos factores, temperatura y humedad; pero estos dos factores deberán estar en equilibrio constante ya que de ello depende que la semilla gane o pierda humedad.

## Temperatura

La vida de las semillas se prolonga bajando la temperatura; según Montes (1998), la vida de almacén se duplica por cada 10°F de disminución en temperatura. La temperatura constituye uno de los factores más importantes al momento del almacenaje y debe ser muchas veces manipulada para controlar el contenido de humedad interno de la semilla.

## Contenido de humedad

Para Montes (1998), el contenido de humedad de la semilla esta en función de la humedad del ambiente; sin embargo, en semillas de la misma especie mantenidas en diferentes rangos de temperatura y a una misma humedad, este porcentaje de humedad será igual para todas las semillas, es decir que la temperatura no influye en el contenido de humedad para este caso, si fuesen semillas de diferentes especies el contenido de humedad variaría. Existe una relación de temperatura-humedad para cada especie de semilla. Existen otros factores que afectan el intercambio de humedad con el ambiente, tales como permeabilidad de los tegumentos, tamaño de la semilla, forma, movimiento del aire y el déficit de la presión de vapores entre la semilla y el ambiente (Montes, 1998).

Según Montes (1998), se pueden establecer los siguientes rangos de humedad, tomando en consideración las diferentes especies de semilla:

40-60% humedad ----- La semilla germinará  
 20-40% humedad ----- Alta respiración y calor  
 12-20% humedad ----- Respiración rápida  
 6-12% humedad ----- Almacenamiento seguro  
 3-10% humedad ----- Util para almacenamiento sellado

## 2.3. GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

### 2.3.1. Definiciones

De acuerdo al ISTA (1981), germinación es: “La reanudación del crecimiento activo en un embrión cuyo resultado es que este surge de la semilla y adquiere las estructuras esenciales para el desarrollo normal de la planta.” Para Montes (1998), una semilla se considera germinada cuando llega a desarrollarse o se convierte en una planta normal, la cual bajo condiciones favorables se desarrolla en su totalidad. Bajo una óptica general se puede definir a la germinación como al proceso de activación de la maquinaria metabólica, que empieza con la emergencia de la radícula y la plúmula.

### 2.3.2. Requisitos previos para la germinación

Según Hartmann y Kester (1997), para que una semilla germine en óptimas condiciones se necesita:

- Viabilidad, es decir que el embrión esté vivo y capaz de empezar a desarrollar
- La semilla no debe estar en latencia, ni el embrión quiescente
- No deben existir barreras fisiológicas o químicas que induzcan latencia ni barreras químicas para la germinación

- Condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y luz, en algunas semillas
- Equilibrio de humedad, temperatura y aireación al momento de la germinación
- Debilitamiento de las capas físicas que recubren al embrión

### 2.3.3. Etapas de la germinación

**2.3.3.1. Activación.** Son tres procesos simultáneos necesarios para lograr una correcta activación (Hartmann y Kester, 1997 y Guevara, 1988):

- A) **Absorción de agua por imbibición**, lo que resulta en una hinchazón de la semilla debido a que se suavizan las cubiertas y el protoplasma queda hidratado. La imbibición también se puede dar en semillas muertas por ser un proceso físico.
- B) **Síntesis de enzimas**, esta se acelera de manera notoria al inicio de la germinación a medida que se hidrata la semilla y aumenta en peso. La activación resulta de la reactivación de enzimas que existían en el embrión y de enzimas que se generaron durante el proceso de germinación. Este proceso da comienzo al verdadero crecimiento donde la maquinaria metabólica de las células es activada mediante el control de flujo de información genética del ADN. Este proceso implica dos pasos, el de transcripción y traducción; El ADN contiene la información primaria y la transcribe desde el núcleo de la célula hasta los ribosomas a través del ARNm (mensajero), en los ribosomas esta información es interpretada y traducida a aminoácidos, luego el ARNt (transferencia) es el encargado de producir los aminoácidos específicos que intervienen en el metabolismo y crecimiento una vez que el ribosoma de la señal (Rosas, 1999); toda la energía necesaria para esos procesos se obtiene de los enlaces fosfáticos de alta energía del trifosfato de adenosina (ATP) presente en las mitocondrias.
- C) **Agrandamiento de las células y emergencia de la radícula.** La emergencia de la radícula es el primer signo visible de la germinación y es fruto de un alargamiento celular más que una división.

**2.3.3.2. Digestión y traslocación.** En las estructuras de almacenamiento de la semilla, endospermo, cotiledones y perispermo, existen almacenados carbohidratos, aceites o grasas y proteínas los cuales son transformados a sustancias más simples para ser enviadas a los puntos de crecimiento del embrión y que se pueda dar el desarrollo de este. En el caso de las proteínas almacenadas, estas son fuente de aminoácidos y nitrógeno, esenciales para el crecimiento inicial de las plántulas; el almidón presente es fuente de energía al ser transformado en azúcar.

**2.3.3.3. Crecimiento de la plántula.** El inicio de esta etapa ocurre con la división celular en los puntos de crecimiento y su posterior expansión de las estructuras. En este proceso la respiración aumenta notoriamente debido a los nuevos requerimientos y los tejidos de almacenamiento de la semilla dejan de intervenir en las actividades metabólicas a excepción de aquellos cotiledones que están fuera de la superficie del suelo y que son fotosintéticamente

activos. La absorción de agua aumenta debido al crecimiento de las nuevas raíces. Cuando al germinar los cotiledones quedan sobre la superficie del suelo se dice que es una germinación de tipo epigea, si quedan dentro del suelo se la llamará hipógea.

## **2.4. FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACION**

### **2.4.1. Agua**

Con menos de 40-60% de agua en la semilla no se efectúa la germinación (Montes, 1998). Según Hartmann y Kester (1997), la absorción inicial de agua se divide en tres etapas, una abundante y rápida que se debe a la imbibición, luego un periodo lento y un segundo incremento rápido debido a que emerge la radícula y se desarrolla la planta. Según Guevara (1998), citado por Estrada (1995), el agua debe ser aportada en forma líquida. Las temperaturas elevadas aumentan la absorción de agua, de manera que las temperaturas más altas de la semilla en respiración pueden ocasionar un aumento en la absorción de agua.

### **2.4.2. Temperatura**

Es el factor ambiental de mayor importancia en regular la germinación y el crecimiento. Cuando las semillas no se han imbibido, pueden aguantar elevadas temperaturas sin que el embrión se vea afectado. Para la germinación de semillas se definen tres puntos que son:

- Temperatura mínima, es la más baja para que se produzca una buena germinación.
- Temperatura máxima, es la más elevada a la que puede ocurrir la germinación.
- Temperatura óptima, es la temperatura óptima para la germinación de semillas que no se encuentran en letargo.

Estos tres factores varían de acuerdo a cada especie.

### **2.4.3. Aireación**

Para Hartmann y Kester (1998), un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y la semilla, favorece a una germinación rápida y uniforme. El oxígeno es esencial para el proceso de respiración y puede medirse poco después de que se inicie la absorción de agua; la absorción de oxígeno es proporcional a la actividad metabólica que se esté efectuando. En suelos saturados con agua la provisión de oxígeno será escasa.

## **2.5. REGULADORES Y SU USO EN LA GERMINACION**

Los reguladores normalmente son fitohormonas o subproductos de procesos no afines a la agricultura que aplicados en dosis muy bajas (ppm), tienen un efecto influyente sobre los puntos de crecimiento y en ocasiones favorecen la germinación y muchas otras actividades vegetales. Los resultados obtenidos con su uso son muy variados y poco repetibles en algunas ocasiones. Este tipo de practicas puede dar un nuevo panorama económico a la plantación. Según Hartmann y Kester (1987), las auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno, son hormonas endógenas específicas estimuladoras de crecimiento y controlan la latencia, la germinación y otros procesos de la planta; mientras que el ácido abscísico es un inhibidor del crecimiento.

### **2.5.1. Las Giberelinas**

Comprenden un grupo de hormonas vegetales que tienen una actividad significativa en la fisiología de la semilla (Taylorson y Hendricks, 1977). Existen muchos tipos de giberelinas, pero la más usada comercialmente es ácido giberélico (GA3) que es aplicado exógenamente. Con el uso de giberelinas se puede superar muchos tipos de latencia como la fisiológica, fotolatenencia y termolatenencia. Existen muchos estudios sobre la estimulación de la germinación mediante del uso de giberelinas (GA3).

Según Taylorson y Hendricks (1977), el ácido giberélico (AG) posee mas de un sitio de acción en la estructura de la semilla y está directamente relacionado con la terminación de la latencia del embrión así como de la reanudación del abastecimiento del endospermo; existe evidencia de que altera la membrana celular incrementando su permeabilidad.

### **2.5.2. El ácido abscísico (ABA)**

Es uno de los reguladores de mayor importancia, inhibe la germinación y el crecimiento de plantas en general; está presente en las cubiertas de algunas semillas manteniéndolas en latencia. Las concentraciones de ABA se incrementan con la maduración del fruto y están bien relacionadas con los grupos fenólicos, los cuales inhiben la germinación. Según Hartmann y Kester (1997), remojos de semilla en chorro corrido durante cierto tiempo, disminuyen los niveles de grupos fenólicos asociados al ABA, aumentando el porcentaje germinativo.

### **2.5.3. Las Citokininas**

Son hormonas naturales del crecimiento que estimulan la germinación y contrarrestan ciertos inhibidores de la germinación. En el mercado se las encuentra como productos sintéticos como kinetinas (6- furfurilamino purina), BAP (6-benzilamino purina) y BA (6-benzilamina). Estos materiales son estimulantes de la germinación y contrarrestan el letargo producido por altas temperaturas en ciertas semillas (Hartmann y Kester, 1997).

#### 2.5.4. El Etileno

Es de ocurrencia natural en las plantas y tiene propiedades reguladoras de crecimiento e interviene activamente en el proceso de la maduración de frutos por lo que es conocido como la “hormona de la maduración”. Se le usa en forma de gas que en cítricos es usado para decolorar la fruta; en banano se usa en cámaras de gas por 24 horas a 18-22°C para promover el amarillamiento y maduración uniforme de frutos; en piña el etileno es usado en forma de ácido 2 cloroetil fosfónico que se conoce como “ethrel” o “ethephon” para inducir la floración ya que este compuesto al ser absorbido por la planta se descompone y uno de sus productos es etileno.

#### 2.5.5. Otros compuestos

Para Hartmann y Kester (1997), hay otros compuestos que están de alguna forma relacionados con la estimulación germinativa pero aún no está claro el papel que desempeñan. Entre estas están el nitrato de potasio que es usado para inducción floral en mango y en mejorar la germinación de ciertas semillas de pastos, la tiourea CS(NH<sub>2</sub>) la cual ha dado efectos positivos al estimular la germinación, el hipoclorito de sodio que contrarresta ciertos inhibidores solubles y favorece la germinación del arroz, etc.

### 2.6. EL USO DE LAS GIBERELINAS PARA MEJORAR LA GERMINACION

La giberelinas son un grupo de hormonas que desempeñan un papel significativo en la fisiología de la semilla, en muchas semillas el ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) mejora la velocidad de germinación, el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de plántulas (Hartmann y Kester, 1997). Según Moore y Janick (1988), muchos reguladores de crecimiento como las giberelinas pueden inhibir o promover la germinación dependiendo del caso.

**Las giberelinas son sintetizadas principalmente en hojas jóvenes y en el endospermo, en el que existe un receptor el cual aun no ha sido identificado (Rojas Garcidueñas y Ramírez, 1993). La función de la giberelina se desarrolla en dos etapas durante el proceso de germinación; en la etapa inicial ocurre la inducción de enzimas al ser transcrita por los cromosomas y luego una etapa posterior de activación de enzimas que intervienen en el sistema de movilización de alimentos (Hartmann y Kester, 1997).**

En 1976, Duarte *et al.*, lograron un incremento del porcentaje final de germinación en lúcumo (*Pouteria obovata*) a través del rajado de la cubierta mas el remojo por 24 horas en GA<sub>3</sub> a 100 ppm. En otro ensayo, Duarte *et al.* (1974), también encontraron que concentraciones de 10,000 y 1,000 ppm tuvieron efectos positivos en chirimoya, ambas

concentraciones aumentaron el porcentaje de germinación y mejoraron significativamente el crecimiento inicial de las plántulas.

Suchini (1999), encontró que en la semilla de sapote (*Pouteria sapota*) el ácido giberélico no tuvo efectos significativos en el porcentaje de germinación, altura y diámetro de la planta, pero sí notó un incremento en la velocidad de germinación.

Camino, (1998) logró un 58.3% de germinación en nance (*Byrsonima sp.*) utilizando remojos por 24 horas en 4,000 ppm de AG3 mas secado por 2 meses a la sombra y almacenado por 2 años; el testigo sin AG3 no germinó. Estrada, (1995) encontró que las semillas de nance (*Byrsonima sp.*) responden mejor a concentraciones más altas de AG3 (3,000 – 4,000 ppm) en comparación a las dosis más bajas.

Avila (1999), reportó que el AG3 jugó un importante papel en estimular la germinación de semillas frescas de macadamia (*Macadamia integrifolia*), incrementando el porcentaje y velocidad de germinación significativamente en comparación con el testigo.

Sin embargo en otras semillas el uso de ácido giberélico no influye ni en el porcentaje ni en la velocidad de germinación; así Baca (1999), encontró que el remojo de semillas de santol (*Sandoricum koetjape*) en ácido giberélico a diferentes concentraciones no influyó en el porcentaje de germinación o en la velocidad de esta, ni en el crecimiento posterior de la plántula.

## **2.7. PROBLEMAS CON EL USO DE FITORREGULADORES**

El problema básico de trabajar con reguladores, es que muchas veces no hay resultados uniformes y otras veces no son repetibles. Existen infinidad de interacciones entre fitohormonas las cuales se inhiben entre ellas y aún no se sabe a ciencia cierta cuales son y como afectan las diferentes concentraciones.

Otra causa importante por la que es difícil poder repetir resultados, es que las concentraciones dependen de la especie, el estado de la testa, el método de aplicación, la duración del tratamiento, la temperatura y la mezcla de hormonas endógenas de la parte vegetal tratada.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el vivero de Parques y Jardines de El Zamorano, en un ambiente con 60% de sombra dado por una malla de polipropileno.

La siembra se realizó el día 16 de junio del año 2000 y se terminó la toma de datos el 29 de octubre del mismo año. El ensayo consistió en la aplicación de diversos tratamientos con ácido giberélico para mejorar la germinación de la “grosella” (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels). El resumen de los tratamientos se presenta en el Cuadro 1.

Se utilizaron semillas de la zona costera del Ecuador, provenientes de frutos maduros recolectados del suelo. El despulpado se realizó manualmente y luego se las dejó secando al sol sobre una toalla de papel durante 2 semanas. Se probaron 11 tratamientos y se realizaron 3 repeticiones simultáneas, utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Cada repetición experimental constó de 34 semillas que fueron sembradas en cajas de madera. El medio que se utilizó es estas cajas estuvo compuesto de suelo, arena y material orgánico en proporción 1:1:1 por volumen, para facilitar la emergencia de las plántulas y el desarrollo radicular. Se procedió a riegos diarios y desyerbos eventuales durante todo el tiempo que duró el ensayo, teniendo sumo cuidado en no estropear la disposición de las semillas en las cajas debido al posible impacto del agua ya que la profundidad de siembra fue de 2 veces el tamaño de la semilla la cual media entre 5 a 6 milímetros, muy fácil de desenterrar. La toma de datos de porcentajes de germinación se hizo semanalmente a partir de las primeras germinaciones que se iniciaron a la tercera semana de la siembra.

Los primeros 8 tratamientos consistieron en remojo de semilla durante 24 horas en soluciones de ácido giberélico (GA3) a: 0, 10, 100, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm de ácido giberélico respectivamente, el producto comercial que se utilizó fue “Pro-Gibb” (10% de GA3). El tratamiento 9 fue el testigo, estas semillas no recibieron remojo y se sembraron secas. El tratamiento 10 consistió en bañar las semillas con agua corriendo, esto se logró poniendo las semillas dentro de un calcetín el cual permaneció amarrado al grifo durante un periodo de 24 horas, mientras el agua corría sobre el. El tratamiento 11 consistió en remojar las semillas durante 3 minutos en agua hirviendo, enfriándolas luego en agua fría.

Una vez concluido el periodo de germinación, se procedió en varias ocasiones a la medición de la altura de todas las plántulas para posteriormente hacer las curvas de crecimiento y tener una idea clara de como era el patrón de crecimiento inicial según los diferentes tratamientos. Finalmente, se contó el número de plantas que germinaron por cada semilla (semilla que contiene 4 embriones) para ver si el GA3 tuvo efecto sobre esta variable.

Luego de terminada la toma de datos, a los 135 días, se procesaron éstos, usando el programa estadístico MSTAT y se realizó un análisis de varianza seguido de una separación de medias (Duncan) para determinar si el GA3 influyó o no en el porcentaje de germinación de las semillas y en las alturas en centímetros de las plantas.

**Cuadro 1. Tratamientos pregerminativos a la semilla de “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus*). El Zamorano, Honduras. 2000.**

#	Remojos 24 horas en :
<b>1</b>	0 ppm GA3
<b>2</b>	10 ppm GA3
<b>3</b>	100 ppm GA3
<b>4</b>	500 ppm GA3
<b>5</b>	1000 ppm GA3
<b>6</b>	2000 ppm GA3
<b>7</b>	4000 ppm GA3
<b>8</b>	8000 ppm GA3
<b>9</b>	Testigo (no se remojó)
<b>10</b>	Bajo chorro de agua potable
<b>11</b>	Remojo 3 minutos en agua hirviendo

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 GERMINACIÓN

En el Cuadro 2, se puede notar que luego de la primera semana de germinación el tratamiento de lavado de la semilla bajo un chorro de agua por 24 h germinó más que el resto, si bien no los superó significativamente. Según Hartmann y Kester (1997) este efecto podría deberse al lavado o escurrido de ciertos compuestos fenólicos que son inhibidores de la germinación; ya en las siguientes semanas, este tratamiento fue igualado y en algunos casos superado por los demás tratamientos con excepción del de remojo en agua hirviendo por 3 minutos que mató la semilla. A medida que transcurrió el tiempo los porcentajes de germinación se fueron nivelando indicando que el lavado solo tuvo un efecto positivo inicial y que el remojo en AG<sub>3</sub> mayormente no tuvo efecto positivo en ninguna de las dosis, incluso las dosis de 8000 ppm tuvo un efecto ligeramente detrimente sobre la germinación final, aunque no fue significativo estadísticamente. Se puede concluir que el tratamiento de remojo en agua corriendo por 24 h no mejoró el porcentaje de germinación total, solo mejoró la velocidad inicial de germinación.

El remojo de “semilla” por 3 minutos en agua hirviendo no germinó, esto se debió probablemente al tamaño de la “semilla”, lo que causó una desnaturalización de los embriones y su muerte. Este efecto negativo se pudo deber también a la porosidad de la testa en la semilla de grosella, que absorbió más agua caliente que una semilla lisa.

En general, el testigo y el remojo 24 horas en 10 ppm de ácido giberélico se mostraron superiores numéricamente a los demás tratamientos a lo largo del ensayo, pero no estadísticamente. Los reguladores muchas veces mejoran su efecto cuando son aplicados en bajas concentraciones, lo que pudo suceder en este caso, en que 10 ppm superó a dosis más altas. Esto contradice lo encontrado por Estrada (1995), en nance (*Byrsonimia crassifolia*) cuya semilla es de textura similar a la semilla de grosella pero obtuvo los mejores resultados efectuando remojos con concentraciones más elevadas de ácido giberélico, de 3,000 y 4,000 ppm, lo que indica que hay diferencias notables entre especies en cuanto a la dosis más efectiva de un regulador, pues en este caso los remojos por 24 h en 2,000, 4,000 y 8,000 ppm de AG respectivamente, se mostraron numéricamente inferiores al testigo a lo largo del ensayo; esto corrobora a lo mencionado anteriormente, debido que estos tratamientos tuvieron las mayores concentraciones de ácido giberélico sus efectos fueron ligeramente negativos.

Cuadro 2. Porcentaje acumulado de germinación de grosella tropical (*Phyllanthus acidus*) luego de diversos tratamientos. El Zamorano, Honduras, 2000.

<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>SEMANAS DESDE EL INICIO DE LA GERMINACION</b>			
<b>#</b>	<b>Remojo 24 horas :</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>0 ppm</b>	7,8ab	21,5ab	24,4a	25,5a
<b>2</b>	<b>10 ppm</b>	15,6ab	29,4a	30,3a	30,4a
<b>3</b>	<b>100 ppm</b>	4,8b	21,5a	24,5a	26,4a
<b>4</b>	<b>500 ppm</b>	9,8ab	18,5a	22,5a	22,5a
<b>5</b>	<b>1,000 ppm</b>	9,7ab	24,4a	26,4a	27,4a
<b>6</b>	<b>2,000 ppm</b>	11,7ab	21,5a	25,5a	26,3a
<b>7</b>	<b>4,000 ppm</b>	11,7ab	21,5a	20,5a	21,5a
<b>8</b>	<b>8,000 ppm</b>	9,7ab	17,6a	18,3a	19,6a
<b>9</b>	<b>Testigo (sin remojo)</b>	16,6ab	28,4a	28,4a	29,1a
<b>10</b>	<b>Bajo chorro de agua</b>	20,5a	26,4a	26,4a	26,4a
<b>11</b>	<b>Agua hirviendo (3 minutos)</b>	0,0c	0,0b	0,0b	0,0b

Estadísticamente el uso de ácido giberélico no influyó en el porcentaje de germinación de las semillas de grosella tropical lo que concuerda con lo obtenido por Vaca (1999) y Villagrán (1999), en sapote (*Pouteria sapota*) y canistel (*Pouteria campechiana*) respectivamente, en que el GA3 no influyó estadísticamente en el porcentaje final de germinación ni en la velocidad de germinación. Por otro lado, lo mencionado anteriormente contradice lo encontrado por Avila (1999), en donde el GA3 sí influyó en el porcentaje final de germinación de la macadamia (*Macadamia integrifolia*).

Son dos los elementos básicos que estimulan la germinación, el remojo en agua que aparentemente lixivia los inhibidores de la germinación y la adición de ácido giberélico que incrementa los promotores en la semilla. Esta combinación de ambos crea un cambio en el balance de inhibidores / promotores a favor de los promotores; esta relación podría no funcionar tan bien en la “grosella tropical”, debido a que las mejores germinaciones al final del ensayo fueron las que no tuvieron AG.

Según Pollock y Kearns (1962), los tejidos que rodean al embrión generalmente sirven de protección mecánica y biológica. Debido a que la semilla de la “grosella tropical” es en realidad un hueso que posee 4 semillas con sus respectivos embriones, se dejó intacta la cubierta para mantener las mejores condiciones para que esta germine y no existan problemas de ataques a los embriones por microorganismos del suelo. Sin embargo, a veces la cubierta es una barrera, así por ejemplo, Suchini, (1999), demostró el efecto negativo de la cubierta de la semilla de sapote (*Pouteria sapota*) sobre la germinación y su rajado y el remojo en AG a 1,000 ppm ayudó ligeramente para lograr un mayor porcentaje de germinación. Esto puede haber sido el caso en la grosella, donde el hueso tiene una pared dura y gruesa, impidiendo el ingreso del ácido giberélico a la semilla misma.

La germinación de la “grosella” se inició a los 21 días de la siembra, lo cual coincide aproximadamente con lo ocurrido en semilla de nance (*Byrsonima crassifolia*), que tiene una estructura similar y que inició su germinación a los 23 días (Estrada, 1995). A partir de la sexta semana las germinaciones fueron muy reducidas ya que para esta fecha la mayor parte de las semillas que iban a hacerlo habían germinado, esto se ilustra claramente en el Grafico 1 donde la curva de germinación promedio de los tratamientos muestra que casi no hubo incremento en germinación a partir de la sexta semana.

Al final del ensayo, el testigo cuya semilla no recibió remojo, respondió mejor que las semillas que fueron remojadas a excepción de las que se remojaron por 24 horas en 10 ppm de AG, pero las diferencias fueron sólo de tipo numérico.

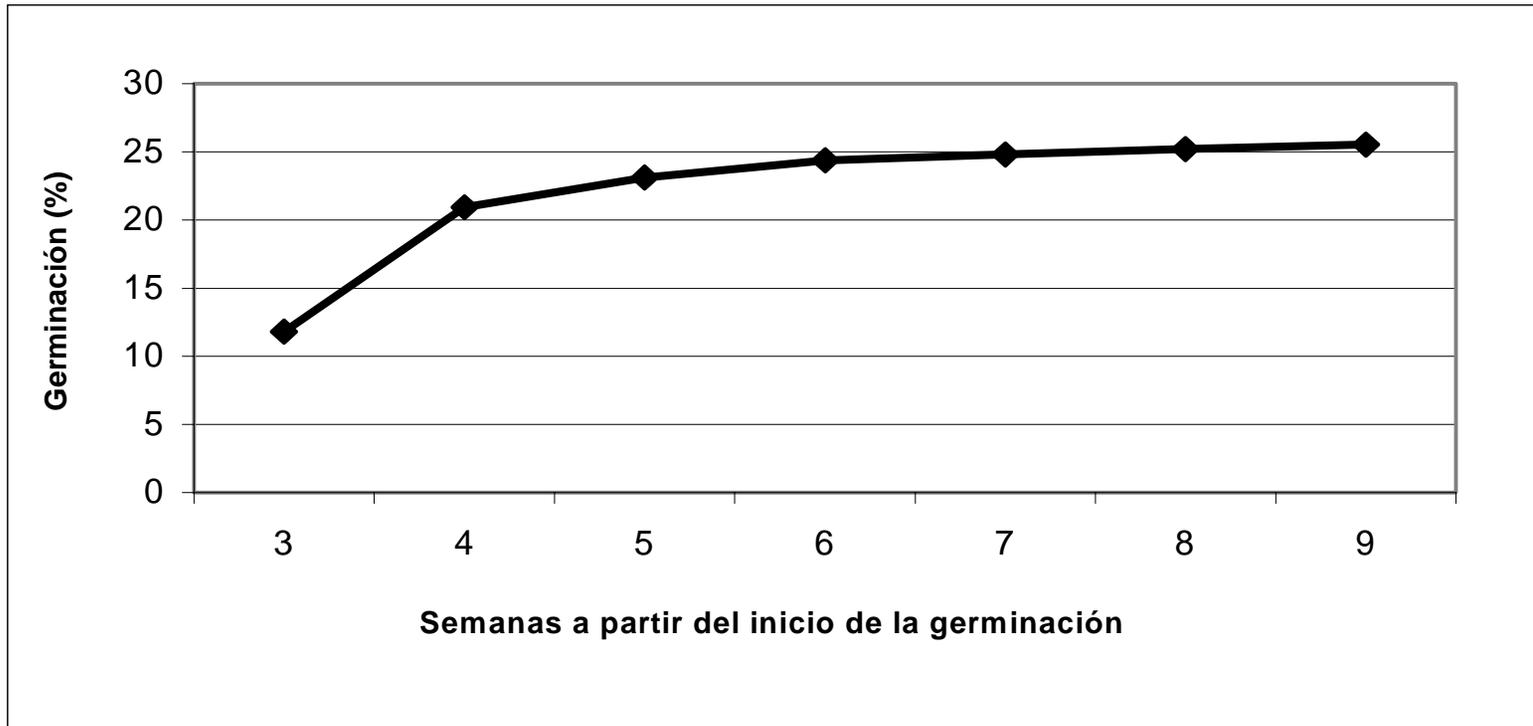


GRAFICO 1. Curva de germinación de “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus*) promedio de todos los tratamientos. El Zamorano, Honduras, 2000.

#### 4.2 Altura de las plántulas

La altura promedio se midió desde el nivel del suelo a la parte superior de las plántulas y los resultados aparecen en el Cuadro 3, el tratamiento de remojo por 24 horas en 500 ppm de ácido giberélico fue numéricamente superior en altura la mayor parte del tiempo. Sin embargo, dejó de serlo al final del periodo de germinación; este efecto se pudo deber a que al final del período el efecto del ácido giberélico se habría agotado y las plantas de germinación más atrasada se nivelaron con las que más había estimulado el ácido giberélico, lo que corrobora el concepto que estos productos tienen efectos de duración limitada y dado que de por sí no hubo un efecto muy marcado de AG, ni siquiera inicialmente en alargar las plántulas, era más probable que estas diferencias desaparecieran después de un tiempo tal como ocurrió.

Los tratamientos de remojo por 24 h en 0 y 10 ppm de ácido giberélico, alcanzaron los mayores tamaños promedio al finalizar el ensayo, esto se pudo deber a las relativamente bajas o nulas concentraciones del regulador que posiblemente ayudaron a que las plantas alcancen un mayor tamaño en comparación con aquellas cuyas semillas fueron expuestas a mayores concentraciones, que al final resultaron negativas.

Los remojos por 24 h en 1,000, 2,000, 4,000 y 8,000 ppm de ácido giberélico mostraron resultados negativos significativos en comparación al resto de tratamientos, pues tuvieron las menores alturas en todo el ensayo. Este efecto podría ser causado por las elevadas concentraciones de ácido giberélico, que muchas veces tiene efectos negativos sobre la germinación y posiblemente sobre las alturas iniciales de las plantas, ya que el exceso de un regulador muchas veces actúa inhibiendo el proceso que uno pretende estimular. Esto no coincide con lo encontrado por Villagrán (1999) en canistel (*Pouteria campechiana*) y por Avila (1999), en macadamia (*Macadamia integrifolia*), en donde el GA3 utilizado en altas concentraciones tuvo un efecto a favor de las alturas finales y al contrario, las bajas concentraciones de GA3 dieron como resultado plántulas más pequeñas. Igualmente Duarte *et al* (1974), encontraron que el GA3 en lúcuma (*Pouteria obovata*) no sólo aumentó la velocidad de germinación, sino también el crecimiento de las plántulas, ayudando en el alargamiento de los entrenudos.

Como se muestra en el Cuadro 3, las concentraciones elevadas de ácido giberélico influyeron negativamente en la altura de las plántulas, mientras que las bajas concentraciones influyeron muy poco en una ganancia de altura al final del ensayo. La semilla de “grosella” pareciera que está dentro del grupo de frutales que no responden bien a bajas dosis de AG y menos a las altas, lo que significa que el utilizarlo tiene un efecto poco útil.

Cuadro 3. Altura (cm) de plántulas de grosella tropical (*Phyllanthus acidus*) luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 2000.

TRATAMIENTOS		SEMANAS DESPUES DE INICIADA LA GERMINACIÓN			
#	Remojo 24 horas:	4	8	12	16
1	0 ppm	5,7bc	6,5bc	7,3a	8,2ab
2	10 ppm	6,0abc	6,4bc	7,4a	8,4a
3	100 ppm	5,4d	5,8cd	6,2b	7,8b
4	500 ppm	7,1a	7,3a	7,5a	8,1ab
5	1,000 ppm	5,3c	5,6d	6,0b	7,8b
6	2,000 ppm	5,2cd	5,5d	5,9b	6,7cd
7	4,000 ppm	5,0cd	5,8cd	6,2b	6,9c
8	8,000 ppm	5,1cd	5,5d	6,0b	6,5cd
9	Testigo (sin remojo)	5,8bc	6,9ab	7,2a	7,2bc
10	Bajo chorro de agua	6,5ab	7,0ab	7,3a	7,3bc
11	Agua hirviendo (3 minutos)	0,0e	0,0e	0,0c	0,0e

### 4.3 Número de plantas por “semilla”

La “semilla” de grosella es un conjunto de 4 semillas soldadas formando un “hueso”, en cada una de estas se encuentra un embrión viable. Se contabilizó el número de plantas que germinaron de cada “semilla” para los diversos tratamientos y se concluyó que el ácido giberélico no influyó en esta variable.

Numéricamente el testigo que fue el de mejor promedio en número de plantas por “semilla”; las “semillas” que fueron remojadas por 24 horas en concentraciones de 4,000 y 8,000 ppm de ácido giberélico tuvieron el menor número de plantas. El tratamiento con agua caliente no germinó debido a la desnaturalización de sus embriones por efecto del calor del agua hirviendo.

Cuadro 4. Promedio de plantas obtenida por “semilla” de “grosella tropical” (*Phyllanthus acidus*), El Zamorano, Honduras, 2000.

#	Remojo por 24 h:	Promedio de plantas por “semilla” *
1	0 ppm	2,24
2	10 ppm	2,02
3	100 ppm	1,91
4	500 ppm	1,97
5	1,000 ppm	2,22
6	2,000 ppm	2,33
7	4,000 ppm	1,75
8	8,000 ppm	1,87
9	Testigo (sin remojo)	2,36
10	Bajo chorro de agua	2,20
11	Agua hirviendo (3 minutos)	0,0

\* No hubo diferencias significativas



Cuadro 5. Germinaciones, alturas y número de plantas por semilla de "grosella tropical" (*Phyllanthus acidus*) para cada tratamiento al final del ensayo. El Zamorano, Honduras, 2000.

#	Remojo por 24 h:	% acumulado de germinación al final del ensayo (4.5 meses)	Altura (cm) promedio al final del ensayo (4.5 meses)	Promedio de plantas por "semilla" al final del ensayo (4.5 meses)
1	0 ppm	25,5 a	8,2 ab	2,24
2	10 ppm	30,4 a	8,4 a	2,02
3	100 ppm	26,4 a	7,8 b	1,91
4	500 ppm	22,5 a	8,1 ab	1,97
5	1,000 ppm	27,4 a	7,8 b	2,22
6	2,000 ppm	26,3 a	6,7 cd	2,33
7	4,000 ppm	21,5 a	6,9 c	1,75
8	8,000 ppm	19,6 a	6,5 cd	1,87
9	Testigo (sin remojo)	29,1 a	7,2 bc	2,36
10	Bajo chorro de agua	26,4 a	7,3 bc	2,20
11	Agua hirviendo (3 minutos)	0,0 b	0,0 e	0,0

## 5. CONCLUSIONES

- Estadísticamente el uso de ácido giberélico no influyó en el porcentaje de germinación de las semillas de “grosella tropical”. Podría ser por que no hubo absorción de éste por lo grueso y duro de las paredes del hueso.
- Numéricamente los remojos por 24 horas en agua corriente y en 10 ppm de AG3 mostraron los mejores porcentajes de germinación.
- El escurrido a chorro corrido de agua potable durante 24 horas, mejoró la velocidad inicial de germinación más no el porcentaje final.
- La semilla de “grosella tropical” no aguanta remojos en agua a elevadas temperaturas debido a su tamaño y porosidad.
- Concentraciones elevadas de AG3 influyeron negativamente en el crecimiento de las plántulas y al contrario, las mejores alturas resultaron de los tratamientos con dosis más bajas de AG3 o sin él.
- El uso de AG3 no influyó en el número final de plántulas obtenidas por cada “semilla” que en realidad son 4 a 6 semillas unidas en un solo hueso o endocarpio.

## 6. RECOMENDACIONES

- Probar remojos de agua a temperaturas no tan elevadas o por menor tiempo.
- Probar fermentación de la semilla en su pulpa durante diferentes períodos de tiempo.
- Bajo condiciones de El Zamorano, supervisar el ensayo durante sus etapas finales debido a que las plántulas son susceptibles a serios ataques de gusanos de la familia Geometridae, para llevarlas mejor a su etapa de embolsado.
- Realizar el ensayo en varias épocas del año.
- Escarificar los huesos con ácido sulfúrico o abrasión mecánica y luego comparar estos huesos escarificados, con o sin remojos en AG, con un testigo intacto con y sin AG.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AVILA, P. 1999. Tratamientos para acelerar la germinación y crecimiento inicial de la macadamia (*Macadamia integrifolia*). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 24 p.
- BACA, A. 1999. Efecto de la fermentación y del ácido giberélico en la germinación del santol (*Sandoricum koetjape* Merr.). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 18 p.
- CAMINO, J. 1998. Ensayos para mejorar la germinación del nance (*Byrsonima* sp.). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 15p.
- BUBEL, N. 1988. *The New Seeds-Starters Handbook*. Rodale Press, PA. EE.UU. 385 p.
- DUARTE, O.; VILLAGARCIA, J.; FRANCIOSI, R. 1974. Efecto de algunos tratamientos en la propagación del chirimoyo por semillas, estacas e injertos. *Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci.* 18: 41-48.
- DUARTE, O.; SANTOS, D .; FRANCIOSI, R. 1976. Efectos de diversos tratamientos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de lúcumo (*Pouteria obovata* H.B.K.). *Proc. Trop. Region Amer: Soc. Hort. Sci.* 20:242-249.
- ESTRADA, R. 1995. Efecto de algunos tratamientos en la propagación sexual del nance (*Byrsonima crassifolia* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 41 p.
- GUEVARA, E. 1988. *Fisiología de Cultivos Perennes*. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José. 35 p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1997. *Propagación de Plantas; principios y prácticas*. 2 ed. Trad. por Antonio Marino. México. CECSA. 790 p.
- I.S.T.A., 1981. Germination of tropical and subtropical seed. En Report of the forest tree seed committee 1977-1980, *Seed Sci. and Technol.* Vol. 9, N° 1.
- Michigan State University, 1993. *Microcomputer Statistical Program (MSTAT)*. Institute of International Agriculture. USA.
- MONTES, A. 1998. *Fisiología de semillas de hortalizas*. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p. 1-3.
- MOORE, y JANICK, J. 1988. *Metodos Genotécnicos en Frutales*. Editorial Calipso, S.A. México. 606 p.
- MORTON, J. 1987. *Fruits of Warm Climates*. Media Incorporated Press. EE.UU., 505 p.
- POLLOCK, B.; KEARNS, V. 1962. *Semillas*. USDA, Yearbook of Agriculture 1961, Trad. por Antonio Marino, Pánfilo Rodríguez y Manuel García. México, DF, CECSA. p. 201-208.
- ROBERTS, E. 1995. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. and Techn.* 1: 499-514.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M; RAMIREZ, H. 1993. *Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Fisiología- Tecnología – Experimentación*. 2 Ed., México. Limusa 236 p.

ROSAS, J. 1999. Conceptos Básicos de Genética y Biología Molecular de Plantas. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p. 1-29.

SUCHINI, E. 1999. Tratamientos para acelerar la germinación y mejorar la conformación de plántula de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 29 p.

TAYLORSON, R.; HENDRICKS, S. 1977. Dormancy in seeds. Ann. Rev. Plant Phys. 28: 331-354.

TRUJILLO, E. 1995. Manejo de Recursos Naturales. Area Silvicultura de Bosques Tropicales. Manejo de semillas forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba, Costa Rica. 54 p.

VILLAGRAN, L. 1999. Efecto de la escarificación y del ácido giberélico en la germinación del canistel (*Poutreria campechiana*, Baehni). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 21 p.