

INFLUENCIA DE LA FERMENTACION Y SECADO EN LA GERMINACION  
DE LA SEMILLA DE PAPAYA (Carica papaya L.).

MIGUEL LANUS ARENAS  
IVAN LOBO ALTAHONA



Memoria de Grado presentada como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Director

OSCAR RICARDO MARTINEZ I.A.

SANTA MARTA

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

1993

Tes.  
790-7A.  
~~L239i~~

IA 00405

018160

LOS JURADOS EXAMINADORES DEL TRABAJO DE TESIS, NO SERAN  
RESPONSABLES DE LOS CONCEPTOS E IDEAS EMITIDOS POR LOS  
ASPIRANTES AL TITULO.

**DEDICATORIA**

**Dedico a:**

**La memoria de mi padre.**

**Mi madre.**

**Mis hermanos.**

**IVAN.**

## DEDICATORIA

Dedico a:

Mis padres MARIA CLEOFE y MIGUEL SANTIAGO,  
pués gracias al apoyo de carácter sentimental y económico  
que me brindaron a lo largo de la carrera este logro, hoy  
es realidad.

Mis hermanos ALBA CECILIA, MARIO ADOLFO,  
CARLOS ARTURO, NESTOR RAUL y VICTOR HUGO.

MIGUEL

## AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus agradecimientos a las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Dr. WALTER DONADO PARDO, I.A. M.Sc. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Magdalena.

Dr. JORGE ARAGON TINOCO, I.A. Profesor de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Magdalena.

Dr. OSCAR RICARDO MARTINEZ. Director del Programa de Frutales de C.R.I. del Instituto Colombiano Agropecuario en Sevilla Magdalena.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 DESCRIPCION DEL AREA	22
3.1.1 Localización Geográfica del Ensayo	22
3.1.2 Características Generales del Area	22
3.2 MATERIALES	23
3.3 METODO	24
3.3.1 Fases	25
3.3.2.1 Fase in vitro	25
3.3.2.2 Fase de germinador	26
3.4 TRATAMIENTOS	26
3.5 PARAMETROS	28
3.5.1 Porcentaje de Germinación	28
3.5.2 Viabilidad	29
3.5.3 Coeficiente de Velocidad de germinación (C.V.G.).	30

3.5.4 Evaluación por Densidad	30
4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1 PORCENTAJE DE GERMINACION	31
4.2 VIABILIDAD DE LA SEMILLA	62
4.3 COEFICIENTE DE VELOCIDAD DE GERMINACION (C.V.G).	65
4.4 EVALUACION POR DENSIDAD	69
5. CONCLUSIONES	78
RESUMEN ✓	80 ✓
SUMMARY	85
BIBLIOGRAFIA	90
APENDICES	92

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya a los seis días de sembradas.	32
TABLA 2. Porcentaje de germinación de las semillas de Papaya a los 10 días de sembradas.	36
TABLA 3. Porcentaje de germinación de las semillas de Papaya a los 14 días de sembradas.	41
TABLA 4. Porcentajes de germinación de las semillas de Papaya a los 18 días de sembradas.	46
TABLA 5. Porcentaje de germinación total de las semillas de Papaya.	49
TABLA 6. Porcentaje de germinación para cada uno de los tiempos evaluados.	55
TABLA 7. Viabilidad de la semilla de Papaya para cada uno de los tratamientos.	63
TABLA 8. Coeficiente de velocidad de germinación de la semilla de Papaya.	68
TABLA 9. Porcentaje de semillas, en la evaluación por densidad para cada uno de los tratamientos.	70



TABLA 10. Valores de la Tabla 9,  
transformados a  $x + 1$ . 71

TABLA 11. Porcentaje de semilla descartada  
para los tratamientos con  
mucilago, sin mucilago y  
fermentado. 73

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya a los seis días de sembradas.	34
FIGURA 2. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya a los 10 días de sembradas.	38
FIGURA 3. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya a los 14 días de sembradas.	44
FIGURA 4. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya a los 18 días de sembradas.	47
FIGURA 5. Porcentaje de germinación de la semilla de Papaya.	52
FIGURA 6. Tiempo vs. tratamientos con mucilago en germinador.	56
FIGURA 7. Tiempo vs. tratamientos con mucilago in vitro.	57
FIGURA 8. Tiempo vs. tratamientos sin mucilago en germinador.	58
FIGURA 9. Tiempo vs. tratamientos sin mucilago in vitro.	59
FIGURA 10. Tiempo vs. tratamientos fermentados en germinador.	60
FIGURA 11. Tiempo vs. tratamientos fermentados (in vitro).	61

FIGURA 12. Tiempo vs. semilla descartada (tratamientos con mucílago).	74
FIGURA 13. Tiempo vs. semilla descartada (tratamientos sin mucílago).	75
FIGURA 14. Tiempo vs. semilla descartada (tratamientos fermentados).	76

## I. INTRODUCCION

La papaya (Carica papaya L.) ofrece un gran potencial económico para algunas regiones de Colombia, especialmente para la Costa Atlántica ya que ésta reúne las condiciones ideales tanto de clima y suelo como infraestructura para su explotación a gran escala.

Debido a su gran aceptación en el comercio, así como la creciente demanda por parte de los países industrializados, la papaya es una de las tantas frutas tropicales con un porvenir promisorio.

A todo lo anterior se suman las expectativas del doble uso de la papaya, ya que además de su uso como fruta, también es utilizada para extraer de ella la enzima llamada Papaina la cual, al igual que las pepsinas tienen gran uso industrial.

El logro de las ventajas y perspectivas anteriormente expuestas dependerá de que en el cultivo se aplique el

paquete tecnológico ya existente y se profundice más en detalle, en algunas etapas de éste, tal es el caso de la semilla la cual presenta un bajo porcentaje de germinación, debido a que en la actualidad no se cuenta con el tratamiento ideal al que pueda ser sometida la semilla una vez se extraiga de la fruta, para obtener de ésta los más altos índices de germinación.

Un bajo porcentaje de germinación ocasiona pérdida de tiempo y de semilla, con el consecuente incremento de los costos de producción.

En la baja germinación de la semilla de papaya (Carica papaya L.) influyen factores tales como semilla mal formada, semilla sin embrión o con embriones inmaduros y generalmente el incorrecto tratamiento al que es sometida la semilla desde la extracción de la fruta hasta la siembra. Este último factor es el que mayor incidencia tiene en la reducción del porcentaje de germinación, pero es precisamente el factor que el hombre puede manejar y modificar y de esta manera mejorar su germinación.

Como se puede deducir de todo lo planteado, el problema de la germinación, no sólo ha sido inquietud sino que se ha venido tratando desde hace mucho tiempo sin que hasta

el momento se hayan obtenido resultados satisfactorios; por tal razón se hizo necesario plantear esta investigación y de la cual se obtuvieron resultados concretos, sobre la forma más adecuada de tratar la semilla.

### 1.1 OBJETIVOS

En la presente investigación se plantean los siguientes objetivos:

- Evaluar la influencia del tiempo de fermentación y secado en la germinación de la semilla de papaya.
- Determinar el mejor tratamiento bajo las condiciones del experimento para obtener el más alto porcentaje de germinación.
- Determinar la viabilidad en cada uno de los tratamientos mediante la prueba del Tetrazolio (Cloruro de 2,3,5 - Trifenil Tetrazol).
- Comparar la germinación in vitro y en el germinador bajo las condiciones de la investigación.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Las semillas son el elemento básico sobre el cual se desarrolló la agricultura. En ellas descansa la producción de alimentos, forrajes y fibras, pero además de esto las semillas son la forma de supervivencia de las especies vegetales. Ellas protegen y sostienen la vida de nuestro planeta. Son también el vehículo para llevar nueva vida de un lugar a otro, el alimento para el hombre, los animales y la materia prima para la producción de muchos artículos manufacturados (2).

Las semillas representan bienestar y son un signo de belleza. Las semillas son también, el símbolo del comienzo de la vida, son los embriones de una nueva generación; todo lo relacionado con ellas, su número, su forma y su estructura, tiene su razón de ser, es su principal propósito para asegurar la continuación de la vida (2).

Cada semilla contiene carbohidratos, proteínas, grasas y

minerales para nutrir la planta embrionada que lleva dentro. La naturaleza y proporción de cada uno de éstos difiere dentro de las muchas clases de semillas (2).

Las semillas son la principal herramienta en el esfuerzo del mejoramiento de las plantas. Durante mucho tiempo el hombre aprendió que él podría ir mejorando las plantas que sembraba año tras año, guardando y usando las semillas de las mejores plantas. Así se ha logrado hacer un uso productivo de la capacidad que tiene la semilla para preservar y perpetuar las propiedades de las plantas seleccionadas como padres. Por miles de años el hombre ha ido gradualmente mejorando las plantas mediante la selección de los caracteres parentales que él ha ayudado a perpetuar.

Las semillas son el principal alimento del género humano. El alimento almacenado en la semilla para su desarrollo es también alimento para los seres vivientes. Las tribus indígenas americanas, por ejemplo, usaron como alimento semillas de unas doscientas cincuenta (250) especies de más de treinta (30) familias de plantas. Todas las semillas secas comestibles son alimentos altamente concentrados (2).



El descubrimiento de las funciones productivas de la semilla por parte del hombre fue el comienzo de la agricultura y un paso esencial en el camino de la civilización, y así nuestra especie inició su dependencia de este maravilloso objeto, portador de la vida que es la semilla (2).

Es poco lo que se dice en la historia del hombre sobre los orígenes de las técnicas agrícolas. Se puede arguir con buena base de que la primera batalla contra el hambre fue ganada con el descubrimiento de las funciones de la semilla y con esto se logró, al estabilizarse la producción de alimentos, disminuir los riesgos y angustias en la búsqueda de ellos, se estimuló el crecimiento de la población y así se inició la carrera continua entre este crecimiento de la población y la producción de alimentos (13).

La vida de cualquier semilla se puede dividir en cuatro etapas:

- Su origen en la flor de la planta madre.
- Su desarrollo y maduración.
- Su período de reposo.
- La reanudación del crecimiento o germinación.

Cuando un grano de polen cae en el estigma una flor de la misma especie ocurre la polinización. Según como sea la cubierta del grano de polen, éste puede ser transferido de la antera al estigma, por efecto de la gravedad, o por la acción del viento o de los insectos. Normalmente el grano de polen unas pocas horas después de entrar en contacto con el estigma da origen al tubo polínico, el cual crece a través del estilo y de la pared del ovario.

La punta del tubo polínico pasa a través del micrópilo y penetra en el saco embrionario donde se rompe y descarga su contenido. Uno de los núcleos generativos o núcleos espermáticos se fusiona con el núcleo de la ovocélula fertilizándolo y formando la primera célula de la nueva planta, el cigoto. El otro núcleo espermático se fusiona con los dos núcleos polares se conoce como la doble fertilización y es un evento exclusivo de las angiospermas del reino vegetal. La doble fertilización debe ocurrir dentro de cada óvulo en el ovario o no se formará la semilla (17).

Después de la fertilización, las nuevas células formadas, el cigoto y el endosperma, inician rápidamente su división.

El cigoto después de varias divisiones produce un hilero de células llamadas proembrión que está más lejos del micrópilo, se agranda y se divide formando las primeras células del embrión.

A medida que la semilla continúa su desarrollo va aumentando en tamaño y peso seco hasta un máximo, que es cuando presenta todas las estructuras y ha alcanzado la capacidad de germinar. Este punto se conoce como madurez fisiológica de la semilla y ningún otro cambio morfológico tendrá lugar después de haberlo alcanzado. Cuando se alcanza la madurez fisiológica, el contenido de humedad de la semilla es usualmente de 35 a 55%. Aunque la mayoría de las semillas no están listas para ser cosechadas a la madurez fisiológica, este es el momento de su máxima calidad (17).

La reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, que provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta es conocido como germinación (10).

En la naturaleza, la germinación de la semilla se produce normalmente en la superficie del suelo o muy cerca de él. En el laboratorio las semillas no aletargadas brotarán

rápidamente si entran en contacto con su sustrato saturado, siempre que las demás condiciones ambientales sean favorables (10).

El paso inicial de la germinación consiste en la imbibición en agua de varios tejidos de la semilla. Lo que generalmente provoca su aumento de volumen. La mayor hidratación de los tegumentos seminales generalmente causa un pronunciado incremento en su permeabilidad al oxígeno y al anhídrido carbónico, la cual es muy baja en los tegumentos secos (10).

Con el aumento de la hidratación de las semillas, se activan las enzimas. En las semillas que poseen endosperma, las enzimas aparentemente se mueven del embrión hacia los tejidos endospermicos. Los alimentos previamente almacenados, sea en la endosperma o en los cotiledones, son digeridos y los productos solubilizados por el proceso digestivo migran hacia los puntos de crecimiento del embrión. Si se analizan químicamente semillas en sucesivas etapas de germinación, se observará que la cantidad de almidones, aceites y proteínas en las semillas, decaen marcadamente (10).

Las semillas de todas las especies de plantas requieren,

como mínimo, tres condiciones externas, para que pueda producirse la germinación: agua, temperatura adecuada y oxígeno. Un cuarto factor, la luz, afecta la germinación de las semillas de algunas especies.

- Agua. Los procesos fisiológicos de las células se producen principalmente en medio acuoso, y no habrá germinación si la semilla no puede absorber agua del ambiente. La absorción de agua inicia una serie de procesos físicos y químicos que si no actúa algún factor limitante, determina la emergencia del embrión de la semilla (4).

- Oxígeno. La respiración de las semillas en germinación se produce a elevado ritmo, especialmente durante las primeras etapas del proceso. La presión parcial de oxígeno en la atmósfera puede sin embargo, reducirse considerablemente sin que se altere el ritmo de respiración (4).

- Temperatura. Si no actúan otros procesos limitantes, las semillas de cada especie germinarán dentro de una determinada gama de temperaturas, por encima o por debajo de las cuales no se produce la germinación (4).

- Luz. Muchas clases de semillas expuestas a la luz germinan mejor que mantenidas en completa oscuridad. Por el contrario, la germinación de las semillas de algunas especies parece retardarse o inhibirse en presencia de la luz. El efecto de la luz sobre la germinación de las semillas está profundamente influido por otros factores ambientales. Por ejemplo, la germinación de algunas especies de gramíneas está normalmente influido por la luz, pero después de un período de conservación en seco ese efecto desaparece (4).

La germinación de las semillas puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considera necesario para que este proceso tenga lugar. Así, en ausencia de agua, de la temperatura adecuada o de la mezcla gaseosa conveniente, la germinación queda bloqueada. Sin embargo, después de colocar semillas en un medio considerado como adecuado para la germinación, puede observarse que muchas de ellas no germinan debido a algún factor interno.

La causa puede hallarse en una cubierta seminal dura, impermeable al agua o a los gases o resistente físicamente al crecimiento del embrión, en la existencia de un embrión inmaduro, la necesidad de sobremaduración,

la exigencia de un tipo de luz o de temperatura específicos, o la presencia de alguna sustancia que inhibe la germinación (4).

- Cubierta Seminal Dura. La cubierta seminal puede mantener el reposo por tres caminos distintos:

1. Privando a la semilla de agua.
2. Privando a la semilla de gases.
3. Reprimiendo mecánicamente el crecimiento del embrión.

- Embrión Inmaduro. Si una semilla no llega a germinar puede ser debido al desarrollo parcial del embrión. La germinación tiene lugar sólo cuando el desarrollo del embrión es completo, esto puede ocurrir durante la germinación o antes de la misma. El reposo debido a embriones inmaduros sólo se elimina permitiendo que el embrión llegue a su desarrollo completo dejando la semilla en un medio favorable para la germinación (4).

- Post-maduración. Un gran número de plantas producen semillas que no germinan inmediatamente sino que lo hacen en condiciones de germinación normales, después de un cierto período de tiempo. Así pues, requisito previo para la germinación de este tipo de semillas es la existencia

de un período de post-maduración. En la naturaleza, la post-maduración se realiza durante el período que media entre la caída de la semilla al suelo y su germinación.

En algunas especies la post-maduración tiene lugar durante su almacenaje en seco, mientras que para otras son necesarias un cierto grado de humedad y temperaturas bajas. Este último proceso recibe el nombre de estratificación (4).

- Presencia de Inhibidores de la Germinación. La inhibición de la germinación puede ser provocada por un gran número de compuestos. Cualquier compuesto que sea tóxico de forma general frente a algunos procesos esenciales de la vida podría inhibir la germinación e incluso matar a la semilla si se encuentra en concentración suficiente. Existe otro tipo de inhibición que es la producida por compuestos naturales existentes en la semilla. Con frecuencia estos compuestos son causa del reposo y corrientemente actúan bloqueando algún proceso esencial para la germinación. Sin embargo los inhibidores naturales de la germinación no reducen la viabilidad de la semilla ni producen ningún tipo de anomalías en el crecimiento de la plántula una vez realizada la germinación (4).



Algunos de los inhibidores naturales de la germinación que han sido identificados son la Cumarina, el Acido Parasórbico, el Amoniaco, los Fatálidos, el Acido Felúrico y el Acido De hidroacético (11).

Los períodos de germinación relativamente largos que se requieren para llevar a cabo las pruebas de germinación han obstaculizado el progreso hacia la mayor eficiencia en la obtención de buenas plantas para plantación y operaciones de venta. Otros factores que afectan la calidad de la semilla tales como la pureza, la frecuencia en la aparición de semillas nocivas de malezas y el contenido de humedad, pueden evaluarse en pocos minutos.

Sin embargo, en virtud que la semilla es de utilidad sóloamente, si un porcentaje de ella es relativamente viable, las decisiones respecto a procedimiento de procesamiento, almacenamiento, mezcla y disposición de los lotes de semilla, deben basarse ya sea en la intuición o en la experiencia o bien posponerse durante dias o semanas hasta que se tengan resultados de la prueba de germinación. La prueba del Tetrazol para determinar la viabilidad de la semilla establece una base mucho más digna de confianza, para tomar decisiones respecto a la viabilidad de la semilla, que la intuición

o la experiencia, además de que se dispone de los resultados de la prueba en horas, en vez de días o semanas (3).

La investigación de las técnicas, para la rápida estimación de la viabilidad ha tomado muchos derroteros. Algunos de ellos llevarán a procedimientos engorrosos e inexactos; otros son muy prometedores pero no han sido explotados completamente. Es así como se han estudiado procedimientos basados en: métodos físicos y químicos, coloraciones indicativas, de vitalidad, métodos basados en actividad enzimática y otros (3).

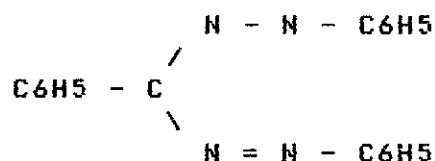
El más importante de los métodos para determinar la viabilidad, es la prueba de Tetrazol. A igual que los métodos del verde de malaquita y de la selenita, la prueba de Tetrazol está basada en el cambio de color mediante la actividad enzimática (3).

En 1941, Kunh y Jerchel (7) descubrieron que las sales de tetrazol se reducian, desde las formas solubles e incoloras hasta las formas solubles y coloridas, en el tejido vivo.

Lakon (8), se percató de este descubrimiento, abandonó

los compuestos tóxicos de la selenita en favor de las sales no tóxicas del Tetrazol e inició la investigación del ensayo rápido de viabilidad con esas sales hasta su deceso.

De varias sales del Tetrazol probadas por Lakon (8), encontró que el cloruro de 2, 3, 5 Trifenil Tetrazol, era la más adecuada.



La sal de Tetrazol es un indicador de oxidación-reducción y ha sido bien establecido que el desarrollo del color rojo no difusivo en el tejido, es resultado de la reducción del reactivo por la acción enzimática (3).

Durante el proceso respiratorio se producen intermediarios que sirven como sustratos a las enzimas. Los iones de hidrógeno se transfieren (en varios pasos) al Tetrazol y éste actúa como receptor de hidrógeno. El Tetrazol se reduce entonces a una forma insoluble y colorida (rojo). Puesto que la reacción ocurre dentro de las células y el pigmento no es difusivo, existe una delineación perfectamente nítida entre el tejido que

respira (viable) y el que no respira (no viable). El primero adquiere un color característico (rojo) mientras que el segundo mantiene su color natural (3).

La velocidad de reacción se ve afectada por varios factores: pH, temperatura, presión atmosférica y concentración (3).

Los ensayos de viabilidad apoyados en la actividad enzimática deben cumplir con diversos requisitos para su buena aplicación práctica. Primero, el método debe permitir el examen y evaluación de las respuestas individuales. Así mismo, es preferible que las respuestas sean fácilmente identificables y no requieran de gran técnica bioquímica ni grandes conocimientos por parte del analista. Un tercero y muy importante requisito es que la actividad de la enzima, o de los sistemas de enzima, esté estrechamente asociada o correlacionada con la vida de la semilla (3).

Como el objetivo principal de la prueba de Tetrazol es suministrar una estimación del porcentaje de germinación, deben seguirse procedimientos similares a ésta. Por consiguiente, las semillas que se utilicen para la prueba deben tomarse, también indiscriminadamente de la fracción

de semilla pura (3).

En el largo trayecto que conduce desde el campo donde se cosecha, hasta la tierra donde germina y produce nuevas plantas es necesario someterlas a nuevos procesos físicos y mecánicos. Algunos de estos procesos ocasionan daño. Su resultado se traduce en rupturas, cortes, fisuras, abolladuras o simplemente en daños internos.

Las consecuencias del daño mecánico son mucho más serias. Las semillas maltratadas son más difíciles de limpiar; con el procesamiento para eliminar las partidas se pierden cantidades apreciables de semillas buenas; se baja la germinación; se reduce el vigor; se hacen más susceptibles a la acción de los químicos, etc.

Los efectos del daño mecánico sobre la viabilidad y vigor de las semillas pueden ser inmediatas, porque pueden incapacitarlas de germinar normalmente, o latentes, porque si bien la germinación no se afecta al instante, si se afecta el vigor, el potencial de almacenamiento y posteriormente su comportamiento en el campo. Los daños mecánicos pueden deberse a impactos, acción abrasiva y cortes. El grado de daño depende de las operaciones mecánicas, el operario y las características de la semilla (9).

Cuando se realiza apropiadamente la prueba de Tetrazolio puede usarse como un estimativo confiable de la germinación. Con ésta prueba se superan características inherentes a las pruebas de germinación, tales como dormancia, semilla dura y condiciones inadecuadas de germinación (5).

Disponer de semillas viables es un factor esencial para la propagación satisfactoria de las plantas. Una reacción en la viabilidad de la semilla puede ser el resultado del desarrollo inapropiado de ellas en la planta, las lesiones producidas durante la cosecha, de procesamientos inapropiados durante su proceso y almacenamiento y por la edad.

Un programa asociado con la propagación de la Papaya por semilla da una germinación deficiente. Algunos investigadores han aislado sustancias que inhiben el crecimiento de la Papaya y han atribuido la germinación esporádica a esas sustancias.

En un estudio reciente realizado en Hawaii se encontró que la tasa de germinación y la uniformidad mejoraron cuando se trataron las semillas de Papaya con nitrato de

potasio (KNO<sub>3</sub>) y ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) y las sembraron en lechos con calefacción; sin embargo, la germinación máxima bajo estas condiciones era aproximadamente del 50% (12).

Joyaran citado por Nagao y Sheldon (12), encontró que se aumentó el porcentaje de germinación y el vigor de las plantas ~~si sembrando~~ <sup>si sembradas</sup> únicamente en un 20% de ellas.

En el año de 1952 en Lamo - Filipinas, Alonso (1) realizó un experimento sometiendo las semillas a seis (6) tratamientos así:

1. Semillas frescas y húmedas sin lavarlas y sin removerles la cubierta mucilaginosa (arilo) que los envuelve.
2. Semillas en las que el arilo fue removido y luego fueron lavadas, hasta dejarlas libres de sus partículas.
3. Semillas tal como salen del fruto, se secaron en un recinto a temperatura elevada.
4. Semillas lavadas cuidadosamente sin quitarles el arilo y secas en iguales condiciones que las del caso

anterior.

5. Semillas tal como salen del fruto pero secas al sol.

6. Semillas lavadas como la del número cuatro pero secas al sol.

Torres (16), afirma que cuando se hace propagación por semilla, ésta se obtiene de frutos maduros. Un fruto bien polinizado contiene al rededor de 300 a 700 semillas viables. La semilla está rodeada de un mucílago, el cual si se quita resulta en una germinación más rápida y uniforme. La remoción se hace fácilmente por fermentación de la semilla y el mucílago en un frasco con agua, por unas 48 horas; posteriormente se lava en un cedazo y seca a la sombra sobre papel absorbente.

Tafur (15), expresa que una vez extraída la semilla de la fruta, se lava la semilla friccionándola contra la malla, con el fin de separar el mucílago.

Torres (16), expresa que para obtener semilla buena, se deben seleccionar las frutas, de árboles de buena producción, no muy altos y que produzcan la primera cosecha, entre los ocho y doce meses después de la siembra.



### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 DESCRIPCION DEL AREA

##### 3.1.1 Localización Geográfica del Ensayo

La Universidad del Magdalena donde se realizó el ensayo está situada en el municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena, al noreste de Colombia. Está limitada por el norte con el río Manzanares, por el sur con la carretera Troncal del Caribe, por el este con terrenos pertenecientes al departamento y por el oeste con una propiedad particular.

Se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas:  $70^{\circ}07'$  y  $74^{\circ}12'$  de longitud oeste con respecto del meridiano de Greenwich y a los  $11^{\circ}11'$  y  $11^{\circ}15'$  de latitud norte.

##### 3.1.2 Características Generales del Area

La zona de ensayo presenta un relieve plano y altura de 7 m.s.n.m., una precipitación promedio anual de 680 mm y

una temperatura promedio de 28°C y la humedad relativa oscila entre 70 y 72%, es una zona influenciada por los fuertes vientos Alisios del hemisferio norte. El clima de ésta zona está clasificado como caliente de estepa con vegetación xerofítica y lluvias zenitales, con un ecosistema de bosque espinoso subtropical. Estos datos fueron tomados de la estación meteorológica de la Universidad del Magdalena.

### 3.2 MATERIALES

- Semillas: la semilla se seleccionó de plantas hermafroditas de la variedad Zapote, la cual es una variedad nativa ampliamente cultivada en la Costa Atlántica y que debe su nombre al color rosado intenso de la pulpa; presenta frutas grandes y aperadas, plantas de porte alto, robustas y de muy buena producción. Las frutas para la extracción de la semilla fueron cosechadas en una finca del corregimiento de Sevilla, municipio de Ciénaga (Magdalena), para luego ser trasladadas a la Universidad, donde fueron almacenadas durante tres días, con el propósito de llevarlas a su punto óptimo de maduración y de esta forma obtener semillas con un alto porcentaje de embriones bien desarrollados.

- Platos desechables.
- Germinador de arena lavada y desinfectada.
- Estufa.
- Algodón.
- Microscopio estereoscópico.
- Agujas de disección.
- Tetrazolio (Clruo de 2,3,5 - Trifenil Tetrazol).

### 3.3 METODO

Para evaluar la influencia del tiempo de fermentación y secado en la germinación de semilla de Papaya, una vez extraídas las semillas del fruto, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Se tomaron 270 semillas por tratamiento e inmediatamente se procedió a prepararlas para los tratamientos con mucilago y fermentado. En el caso de aquellas a las que fue necesario retirarles el mucilago, se colocaron sobre un tamiz de malla fina procediendo a frotarlas suavemente bajo un chorro de agua hasta cuando el mucilago se desprendió totalmente de la semilla.
- Concluido el paso anterior se sometió a la semilla a un proceso de secado a la sombra, utilizando los

siguientes tiempos: 0, 24, 48, 72, 144 horas a temperatura ambiente y 6 horas a 42°C en estufa. Para posteriormente ser evaluados en la etapa de germinación.

- El proceso de germinación al que se sometieron ciertos tratamientos se realizó colocando las semillas en un beaker durante 24 horas, para luego ser expuestos a los diferentes tiempos de secado mencionados anteriormente.

Los diferentes tratamientos para su evaluación fueron dispuestos en un diseño de bloques al azar con tres replicaciones.

### 3.3.1 Fases

El ensayo se efectuó para efectos comparativos en dos fases:

#### 3.3.1.1 Fase in vitro

Las semillas ya tratadas, se colocaron en cámara húmeda en platos desechables. Esta etapa se realizó en el umbráculo de la Granja Experimental de la Universidad del Magdalena. Con el propósito de tener una referencia de las condiciones ambientales se instaló un termómetro de máxima y mínima, obteniéndose una temperatura mínima promedio de 26,7° y máxima promedio de 37°C; en tanto que

la humedad relativa fue de un 68% .

### 3.3.1.2 Fase de germinador

Se realizó en el vivero de la Granja Experimental de la misma institución. Se construyó un germinador de dimensiones: 3,2m x 0,70m x 0,05m.

Como sustrato del germinador se utilizó arena de río, previa desinfestación con Captán (Difolatan 80%) en dosis de 2 x 1000. Las semillas se sembraron a 5cm y a 1,5cm., entre surcos y plantas respectivamente. Con el propósito de evitar que los rayos solares afectaran directamente las plántulas germinadas se colocó una lona por encima de éste, a una altura de un metro.

### 3.4 TRATAMIENTOS

- T1 Semillas con mucílago y sin secar.
- T2 Semillas con mucílago y secas a la sombra 24 horas.
- T3 Semillas con mucílago y secas a la sombra 48 horas.
- T4 Semillas con mucílago y secas a la sombra 72 horas.
- T5 Semillas con mucílago y secas a la sombra 144 horas.
- T6 Semillas con mucílago y secas en estufa (42°C

durante 6 horas)

- T7 Semillas sin mucílago y sin secar.
- T8 Semillas sin mucílago y secas a la sombra 24 horas.
- T9 Semillas sin mucílago y secas a la sombra 48 horas.
- T10 Semillas sin micílago y secas a la sombra 72 horas.
- T11 Semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas.
- T12 Semillas sin mucílago y secas en estufa (42°C durante 6 horas).
- T13 Semillas fermentadas 24 horas y sin secar.
- T14 Semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 24 horas.
- T15 Semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 48 horas.
- T16 Semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 72 horas.
- T17 Semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 144 horas.
- T18 Semillas fermentadas 24 horas y secas en estufa (42°C durante 6 horas).

Se tomó como testigo el tratamiento 11, teniendo en cuenta que habitualmente es realizado por los agricultores de la región.

### 3.5 PARAMETROS

#### 3.5.1 Porcentaje de germinación

Se evaluó in vitro y en germinador. Para tal efecto una vez sembrada la semilla, se procedió a aplicar agua diariamente con el objeto de mantener una lámina adecuada para la germinación de la semilla. Se consideró que ésta había germinado cuando en el caso del germinador había emergido de la arena, mientras que en la prueba in vitro, la raíz y el hipocótilo presentaban un crecimiento adecuado.

Estos registros de germinación se realizaron a los 6, 10, 14 y 18 días después de la siembra. El porcentaje de germinación total se procesó estadísticamente.

El porcentaje de germinación se obtuvo utilizando la fórmula:

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas sembradas}} \times 100$$

### 3.5.2 Viabilidad

Se realizó por medio de la prueba del Tetrazolio y para tal efecto se tomaron 15 semillas por tratamiento (5 por bloque), cada una de las semillas se seccionó longitudinalmente, por la mitad, a través del embrión. Después una mitad de la semilla se descartó y en la otra mitad se realizó la prueba: sumergiéndola en la solución de Tetrazolio (Cloruro de 2, 3, 5, Trifenil Tetrazol), al 0,5%, durante 7 horas en un lugar oscuro, ya que la solución es fácilmente degradada por la luz. Al término de este, se procedió a extraer la semilla de la solución y lavarla varias veces con agua destilada. Inmediatamente se procedió a observar las secciones de las semillas bajo el microscopio estereoscópico. Se determinó que la semilla era viable cuando el embrión en su totalidad presentaba un color rojo púrpura; mientras que se consideró no viable aquellas semillas cuyo embrión quedaba total o parcialmente sin coloración.

El porcentaje de viabilidad se determinó mediante la fórmula:

$$\% \text{ de Viabilidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas con embrión vivo}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas de la muestra}} \times 100$$

La prueba se efectuó al momento de coclocar los



tratamientos en etapa de germinación.

### 3.5.3 Coeficiente de Velocidad de Germinación (C.V.G.)

Este parámetro nos determina la vitalidad de todos y cada uno de los tratamientos. Fue necesario conocer los parciales y el total de semillas germinadas; para su obtención mediante la fórmula:

$$\text{C.V.G.} = \frac{\text{Total Semilla Germinada}}{N_1T_1 + N_2T_2 + N_nT_n} \times 100$$

En donde N representa el número de semillas germinadas entre diferentes lecturas realizadas a T días después de la siembra.

### 3.5.4 Evaluación por Densidad

Para la determinación de este parámetro se tomaron 90 semillas por unidad experimental y se sometieron a imbibición en agua durante tres horas. Al término de las cuales se contaban las semillas que flotaron, siendo descartadas posteriormente. Para el obtener porcentaje de la densidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Semillas Flotando}}{\text{Total de Semillas}} \times 100$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 PORCENTAJE DE GERMINACION

Las Tablas del 1 al 4 presentan los resultados de germinación de la semilla de Papaya (Carica papaya L.), correspondiendo cada tabla a los resultados parciales de germinación obtenidos a los 6, 10, 14, y 18 días después de la siembra. Con el propósito de facilitar el estudio, sobre estos datos sólo se hará una descripción de su comportamiento y para los porcentajes de germinación total (Tabla 5); además del aspecto anterior se tendrá en cuenta el análisis estadístico.

La Tabla 1 muestra los parciales de germinación a los seis días después de la siembra, con un promedio de germinación, para la fase de germinador de 0,047% obteniendo el mayor porcentaje de T16 (semilla fermentada y secada a la sombra 48 horas) con 0,85% y el menor con 0% que correspondió a los restantes 17 tratamientos. En tanto que la fase in vitro obtuvo una media de



Tabla 1. Porcentaje de germinación de la semilla de papaya a los seis días de sembradas.

Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.	Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.
	I	II	III					I	II	III			
<b>GERMINADOR</b>							<b>IN VITRO</b>						
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	2,56	0,00	0,00	2,56	0,85	0,85
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	0,00	4,76	2,50	7,26	2,42	2,42
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11	4,87	0,00	0,00	4,87	1,62	1,62
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,00	6,97	4,87	11,84	3,94	3,94
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15	11,90	12,19	9,75	33,84	11,28	11,28
16	0,00	2,56	0,00	2,56	0,85	0,85	16	5,12	12,82	14,63	32,57	10,85	10,85
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	10,25	0,00	5,00	15,25	5,00	5,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total Bloque</b>	0,00	2,56	0,00				<b>Total Bloque</b>	34,70	36,74	36,75			
<b>X</b>	0,00	0,14	0,00		0,47		<b>X</b>	1,92	2,04	2,04		2,00	

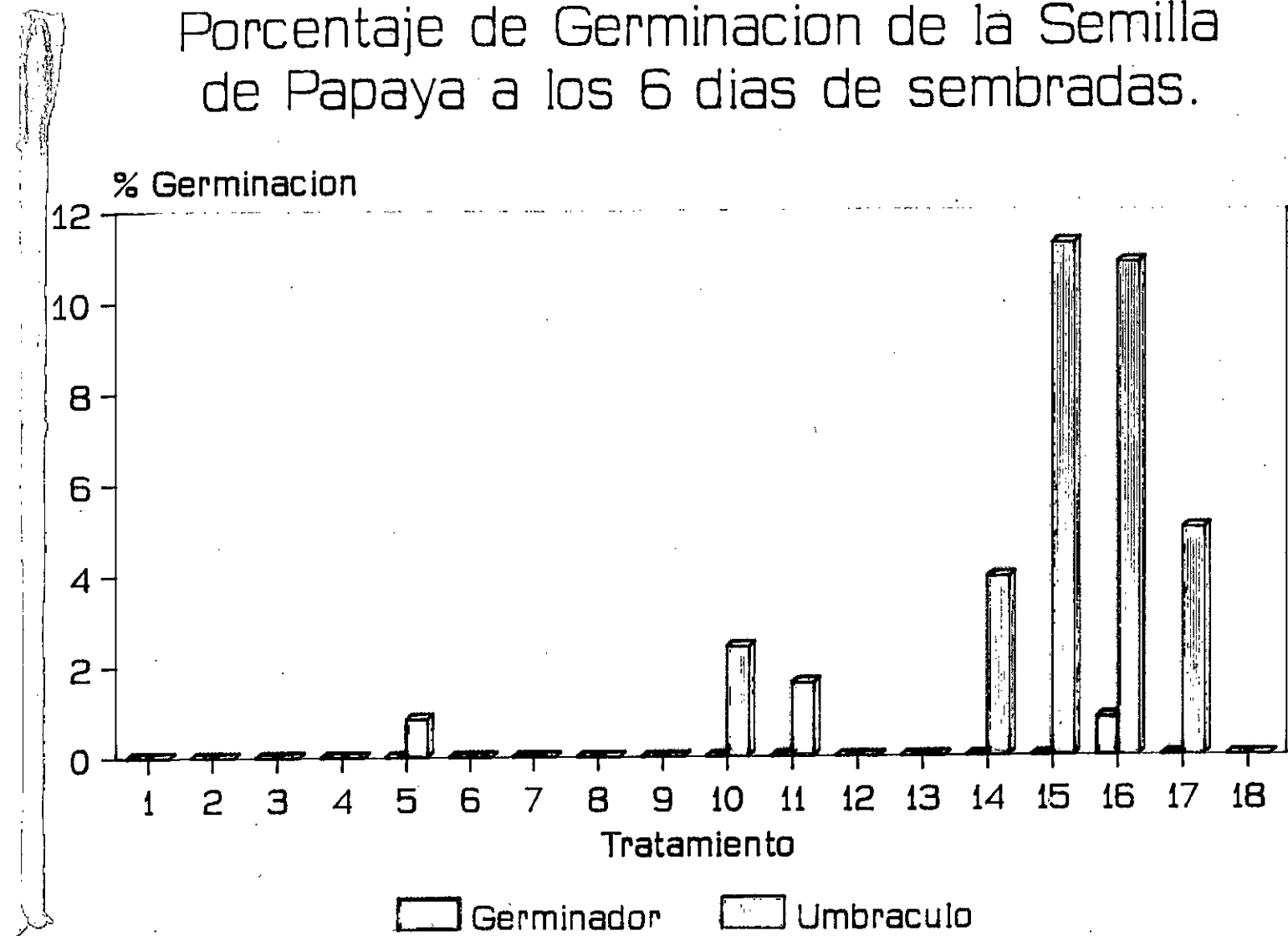
germinación de 2%, correspondiendo el mayor porcentaje al tratamiento T15 (semilla fermentada y seca a la sombra 48 horas) con 11,28% y el menor con 0% a los tratamientos T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T9, T12, T13, T18. Se observó que el Testigo T11 (semilla sin mucílago y seca a la sombra 144 horas) presentó un porcentaje de 0% y 1,62% para la fase de germinador e in vitro respectivamente; resultado que para la fase de germinador es similar en su comportamiento a los restantes tratamientos, mientras que en la fase in vitro es bajo con respecto al tratamiento 15 (semillas fermentadas y secas a la sombra 48 horas) que obtuvo el mayor porcentaje con 11,28%.

Los resultados muestran que la fase de germinador obtuvo los más bajos porcentajes de germinación (17 tratamientos con 0%), en relación con la fase in vitro, quien a su vez obtuvo una media del 2%, que difiere en forma considerable de la obtenida por la fase de germinador, la cual fue del orden del 0,047%. Ver Figura 1.

Se observa que los tratamientos in vitro germinaron más rápidamente y en mayor número, que sus similares en la fase de germinador, esto es justificable si se tiene en cuenta que en el laboratorio las semillas no aletargadas brotarán rápidamente si entran en contacto con un

Figura 1.

Porcentaje de Germinacion de la Semilla de Papaya a los 6 dias de sembradas.



sustrato húmedo o simplemente quedan expuestas a una atmósfera saturada, siempre que las demás condiciones sean favorables (10).

También se pudo observar que en la fase in vitro los tratamientos T1, T2, T3, T4, T6, que poseen mucílago no aumentaron su volumen al entrar en contacto con el agua: situación lógica y que coincide con Mayer quienes en este sentido declararon que la presencia de cubierta mucilaginoso impide la entrada de agua y oxígeno al interior de la semilla.

Podemos observar que los tratamientos 16 y 15, respectivamente germinador e in vitro obtuvieron los mejores porcentajes de germinación y corresponden a los tratamientos que fueron fermentados, durante 78 y 42 horas.

A los diez días de sembrada la semilla de Papaya se tomó la segunda lectura, los resultados se consignan en la Tabla 2. En esta lectura se obtuvo una media de 15,76% para la fase germinador con 39,02% para el tratamiento 10 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 72 horas), como máximo porcentaje de germinación y el valor mínimo con 0% correspondió a los T1 (semilla con mucílago y sin

Tabla 2. Porcentajes de germinación de la semilla de papaya a los 10 días de sembradas.

Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.	Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.
	I	II	III					I	II	III			
<b>GERMINADOR</b>							<b>IN VITRO</b>						
1	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	1	8,00	8,00	2,00	2,00	8,79	8,79
2	8,00	2,00	8,00	2,00	8,79	8,79	2	8,00	8,00	8,00	8,00	8,88	8,88
3	8,00	2,00	8,00	2,00	8,88	8,88	3	4,87	8,00	8,00	4,87	1,62	1,62
4	8,00	8,00	8,00	8,00	8,88	8,88	4	8,00	8,00	8,00	8,00	8,88	8,88
5	5,12	8,00	2,77	7,90	2,00	2,00	5	7,00	8,00	8,00	7,00	2,56	3,41
6	2,00	8,00	8,00	2,00	8,79	8,79	6	8,00	8,00	8,00	8,00	8,88	8,88
7	35,71	28,57	28,57	91,85	38,00	38,00	7	2,00	2,00	7,14	11,90	3,90	3,90
8	21,42	31,42	28,57	74,92	25,00	25,00	8	8,00	7,31	14,28	21,59	7,19	7,19
9	36,50	28,00	17,00	74,80	24,00	24,00	9	10,00	10,00	12,50	32,10	10,85	10,85
10	41,40	39,00	36,00	117,80	39,00	39,00	10	25,00	35,71	42,00	103,71	34,48	36,82
11	14,00	10,00	21,00	45,00	10,00	10,00	11	40,00	40,24	39,45	151,47	56,49	52,11
12	17,00	11,00	12,00	41,00	10,91	10,91	12	0,00	2,40	5,00	10,40	4,40	4,40
13	7,00	4,00	11,00	22,00	7,00	7,00	13	7,00	9,00	4,00	21,00	7,20	7,20
14	35,71	28,00	28,10	85,70	28,00	28,00	14	00,00	05,11	40,00	170,77	50,59	60,59
15	40,47	23,00	34,14	98,41	32,00	32,00	15	34,00	40,00	40,00	147,44	49,14	60,42
16	15,00	25,00	19,00	59,00	19,00	28,00	16	40,00	51,00	05,00	105,04	55,20	60,85
17	30,00	28,00	31,00	91,00	30,00	30,00	17	20,00	25,00	22,00	74,14	24,71	29,79
18	2,00	9,00	14,00	25,10	8,00	8,00	18	9,00	10,00	11,00	30,00	11,00	11,00
<b>Total</b>	<b>689,00</b>	<b>260,00</b>	<b>270,00</b>				<b>Total</b>	<b>626,00</b>	<b>314,00</b>	<b>336,00</b>			
<b>X</b>	<b>17,18</b>	<b>14,00</b>	<b>15,45</b>		<b>15,76</b>		<b>X</b>	<b>16,25</b>	<b>17,40</b>	<b>16,67</b>		<b>16,10</b>	

secar), T4 ( semillas con mucílago y secas a la sombra 72 horas). En tanto que la fase in vitro presenta una media de 18,13%, obteniendo el mayor porcentaje T14 (semillas fermentadas y secas a la sombra 24 horas), con 59,59% y 0% para T2 (semillas con mucílago y secas a la sombra 24 horas), T6 (semillas con mucílago y secas en estufa 42°C durante 6 horas), como porcentajes mínimos.

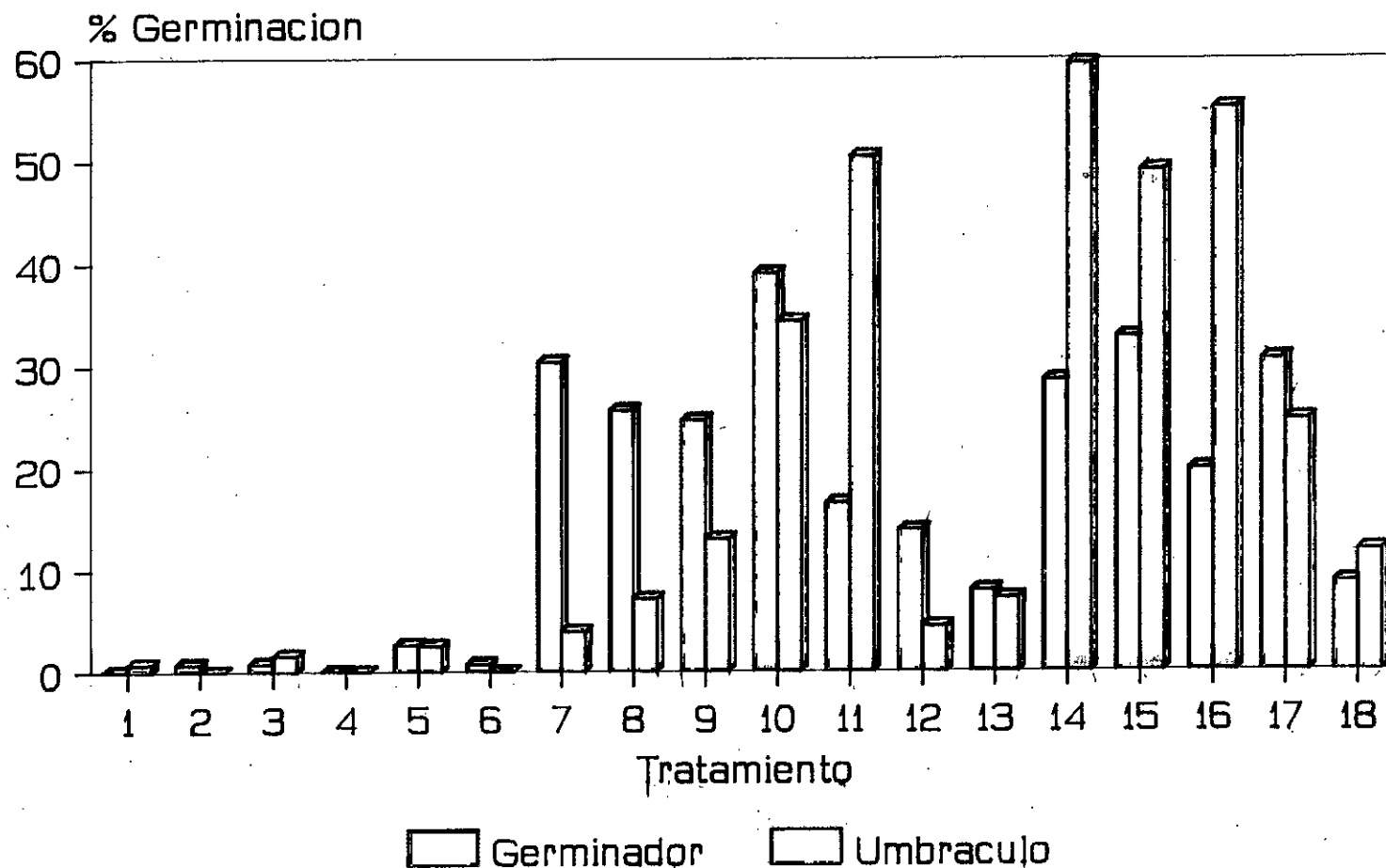
Se puede observar que a pesar de que los valores máximos de germinación con 39,02% para germinador y 59,59% para la fase in vitro, presentan una diferencia al rededor del 20%. Los promedios de germinación en las dos fases presentan un comportamiento muy similar, de 15,76% y 18,13% respectivamente; con solo 2,37% de diferencia (ver Figura 2); debido a que los promedios obtenidos por los tratamientos sin mucílago en la fase in vitro fueron más bajos y menos consistentes que similares del germinador.

Inicialmente se puede observar que el tratamiento testigo T11 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas), presentó un porcentaje de germinación de 16,58% en el germinador y 50,49% para la fase in vitro; resultado que para el germinador es muy bajo comparado con el mejor promedio, pero mejora ostensiblemente en la etapa in vitro siendo superado únicamente por los T16



Figura 2.

Porcentaje de Germinacion de la Semilla de Papaya a los 10 dias de sembradas.



(semillas fermentadas y secas a la sombra 72 horas) que obtuvo 55,25% y T14 que fue el mejor con 59,59%.

También se observa que además del T10 (semillas sin mucílago y secas a la sombra a 72 horas) el cual obtuvo el mejor valor con 39,02% sobresalen los tratamientos T7, T13, T14, T17 (30,36%, 32,80%, 28,56% y 30,61%) en la fase de germinador. Para la fase in vitro se destacan además del T14 (semillas fermentadas y secas a la sombra 24 horas), los tratamientos T16, T11 y T15 (55,28%, 50,49% y 49,14%).

Se pudo deducir de los resultados que la germinación se incrementó en todos los tratamientos excepto los T1, T2, T3, T4, T5, T6, que siguen presentando los más bajos promedios (ver Tabla 2) debido a que la cubierta mucilagínosa impide la entrada de agua y oxígeno. Esta aseveración se cumple tanto para la fase in vitro como la de germinador.

Los porcentajes de germinación acumulada (Tabla 2) indican que para la fase de germinador, el T10 con 39,02%, sigue siendo el mejor, seguido por los T15, T17, T7 y T14 con 32,85%, 30,61%, 30,36% y 28,56% respectivamente; de la misma forma en la fase in vitro el

mejor promedio acumulado lo presenta el T16 con 66,85% seguido por los T14 (63,53%), T15 (60,42%) y T11 (52,11%). Es así que en la fase in vitro los tratamientos que fueron sometidos al proceso de fermentación, presentan los mejores promedios acumulados con un 40% promedio, alcanzando con los T14, T15, T16, porcentajes superiores al 60%. No ocurre lo mismo con la fase de germinador donde los mejores promedios fueron obtenidos por aquellos tratamientos que no poseen mucílago con un 25% alcanzando con los T7 y T10 porcentajes superiores al 30%.

La Tabla 2 muestra que los T10 con 39,02% y T14 con 59,59%, respectivamente fase de germinador e in vitro, fueron sometidos a tiempos de secado de 72 y 24 horas en su respectivo orden.

La Tabla 3 consigna los porcentajes de germinación parcial de la semilla de Papaya a los 14 días después de la siembra. Para estos resultados la fase de germinador obtuvo una media general de 24,74% con valores de 37,96% para el T11 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas) y el 7,19% para el T2 (semillas con mucílago y secas a la sombra 24 horas), como valores máximo y mínimo respectivamente. En tanto que la fase in vitro arrojó una

Tabla 3. Porcentaje de germinacion de la semilla de papaya a los 14 dias de sembradas.

Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.	Tratam.	Bloques			Total	X	Acum.
	I	II	III					I	II	III			
<b>GERMINADOR</b>							<b>IN VITRO</b>						
1	9,52	11,98	38,72	59,22	18,38	18,38	1	8,88	8,88	4,76	4,76	1,58	2,37
2	4,76	9,52	7,91	21,19	7,04	9,78	2	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88
3	4,76	9,52	7,91	21,19	7,04	9,78	3	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88	1,62
4	12,58	19,87	17,88	49,33	15,67	15,67	4	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88
5	25,04	34,48	25,04	84,56	27,52	42,61	5	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88	3,41
6	29,88	7,91	12,58	49,37	14,88	17,38	6	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88	8,88
7	26,19	29,88	21,95	77,02	23,98	54,44	7	26,19	29,88	32,42	88,49	27,77	31,79
8	48,47	24,24	26,19	98,90	32,97	57,57	8	29,26	41,46	38,95	109,67	33,89	41,88
9	29,26	27,88	37,88	94,02	29,77	54,39	9	38,95	37,88	42,58	119,41	36,15	49,28
10	24,24	24,24	29,26	77,74	26,81	59,92	10	28,88	9,52	15,88	54,28	14,84	51,66
11	46,34	29,72	37,88	113,94	37,98	47,92	11	19,81	32,42	18,91	70,15	23,81	75,72
12	37,88	34,48	39,88	112,24	37,68	64,44	12	38,88	34,14	37,88	109,90	34,91	54,37
13	37,88	34,48	39,88	112,24	37,68	69,63	13	38,88	34,48	38,88	109,24	33,88	41,88
14	37,88	9,52	26,19	73,59	23,82	52,38	14	11,82	11,82	14,88	37,52	12,82	76,15
15	42,88	21,42	29,26	93,56	31,17	64,72	15	9,52	14,88	4,87	29,27	9,67	78,89
16	48,48	29,87	37,71	116,06	37,92	53,86	16	18,25	17,88	4,87	39,00	18,16	77,18
17	17,94	12,19	9,75	39,88	13,29	43,88	17	18,25	28,88	15,88	62,01	15,88	44,87
18	42,88	42,88	23,88	109,64	36,29	47,81	18	17,87	18,95	14,84	51,66	16,88	28,88
<b>Total</b>	<b>449,88</b>	<b>448,97</b>	<b>439,67</b>				<b>Total</b>	<b>275,22</b>	<b>285,26</b>	<b>296,95</b>			
<b>X</b>	<b>27,77</b>	<b>22,85</b>	<b>24,42</b>		<b>24,74</b>		<b>X</b>	<b>15,29</b>	<b>17,84</b>	<b>16,49</b>		<b>24,74</b>	

media de 15,87% con valor máximo en el T12 (semillas sin mucilago y secas en estufa a 42°C durante 6 horas) con 49,91% y 0% para los T2, T3, T4, T5, T6 como valores mínimos.

Se observa como el Testigo T11 aumenta considerablemente su media de germinación, pasando de 16,58% en el resultado anterior (Tabla 2) a 37,96% (Tabla 3) en la fase de germinador, contrastando con el resultado lógico si se tiene en cuenta que a los diez días de sembrada la semilla, el T11 presentaba un acumulado de germinación de 16,58% para la fase de germinador, mientras que la fase in vitro presentaba 52,11%.

Debido a la misma causa, en la fase in vitro los T16, T14, T11 y T15 que obtuvieron sus mejores resultados en la lectura anterior (Tabla 2) descendieron ostensiblemente en el día 14 (Tabla 3), pero en el porcentaje de germinación acumulada (Tabla 3) siguen siendo los de mejor comportamiento con 77.01%, 76.15%, 75.12% y 70.09% respectivamente.

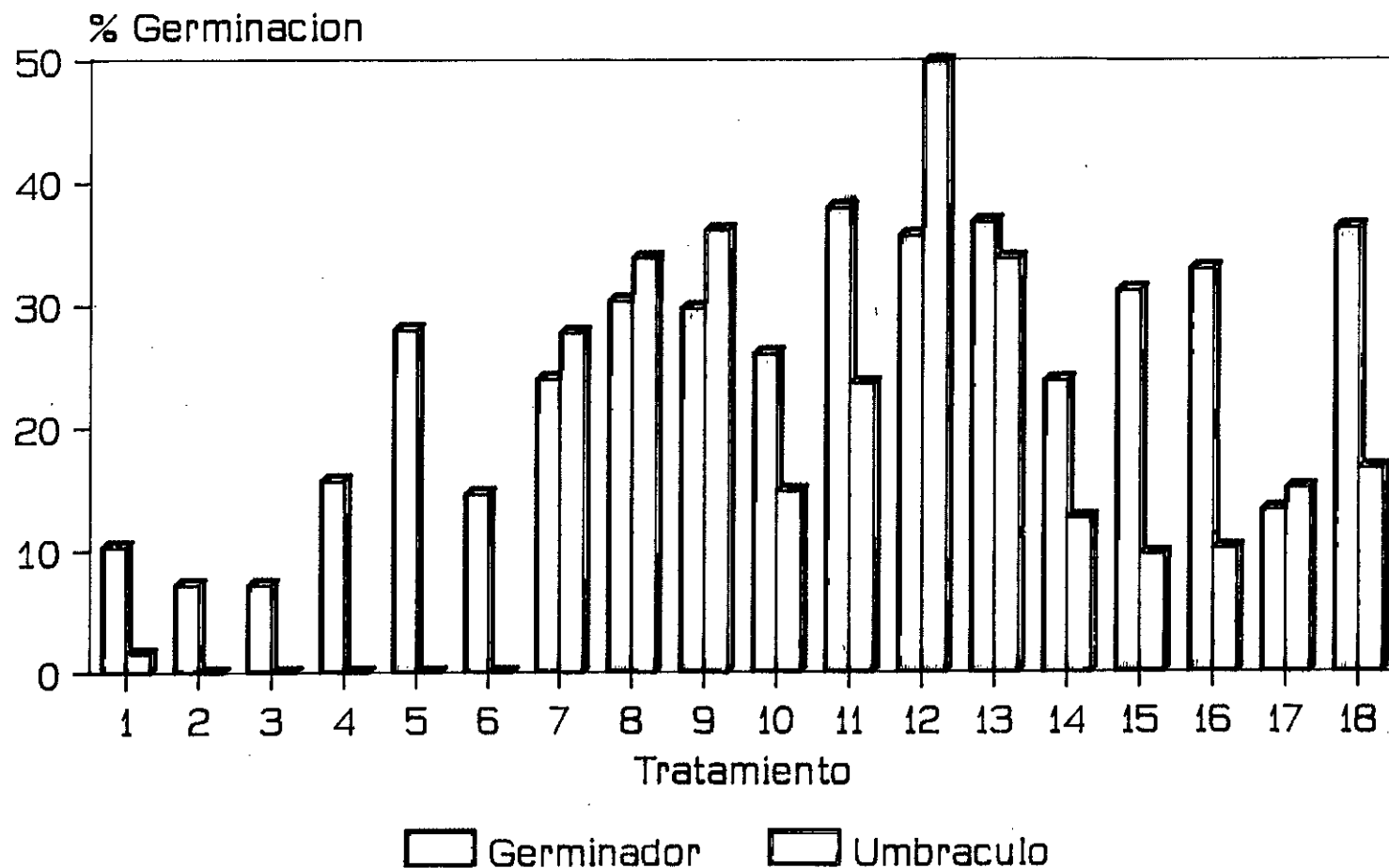
No ocurre lo mismo en la fase de germinador con los T10, T15, T14 y T17 que mantuvieron sus resultados - exceptuando el T17 que descendió drásticamente - pero

se han visto superados en sus acumulados de germinación, por los T13 (semillas fermentadas 24 horas y sin secar), T12 (semillas sin mucílagos y secas en estufas a 42°C durante 6 horas) con 69,63% y 64,44% respectivamente.

Los T1, T2, T3, T4, T5, T6, en la fase de germinador presentan porcentajes de germinación considerables, llegando a obtener con el T5 (semillas con mucílago y secas a la sombra 144 horas) un porcentaje de 27,98% (Tabla 3), este incremento sucede a consecuencia de la pérdida del mucílago en estas semillas; mientras que en la fase in vitro estos mismos tratamientos continúan sin germinar; situación explicable si se tiene en cuenta que las semillas de estos tratamientos -que tenían mucílago- permanecían sobre una cámara de algodón la cual se mantenía húmeda y en contacto permanente con la semilla, lo cual ocasionó el ahogamiento de algunas y la pudrición de otras; no sucedió así en la fase de germinador donde el agua permaneció menos tiempo en contacto con la semilla, ya que la cama del germinador era de arena, y que debido a sus condiciones físicas permitían que agua y oxígeno circularan más fácilmente. Referente al mucílago y su influencia en la germinación, Torres (15) afirma, que si se quita el mucílago se evita un retardo en la germinación y hasta la pudrición de la

**Figura 3.**

Porcentaje de Germinacion de la Semilla de Papaya a los 14 dias de sembradas.



semilla, traduciéndose en una germinación más rápida y uniforme.

Como consecuencia del incremento en la germinación de estos tratamientos (Figura 3) la media de germinación de la fase de germinador (24,74%) supera a su similar en la fase in vitro (15,85%) quien a su vez descendió con respecto a la lectura anterior (Tabla 2).

La Tabla 4 consigna los parciales de germinación a los 18 días de sembrada la semilla.

Con una media de 15,37% para la fase de germinador en donde el T2 (semillas con mucílagos y secas a la sombra durante 24 horas) con 27.09% y el T10 (semillas con mucílagos y secas a la sombra durante 72 horas) con 1,62% obtuvieron los valores para el máximo y el mínimo porcentaje de germinación. En tanto que en la fase in vitro el T17 (semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 144 horas) con 15,96% fue el mejor, mientras el menor valor lo presentaron los T1, T2, T3, y T4 con 0%. La media para la fase fue de 4,86%.

El comportamiento de las medias (Figura 4), da un índice de cómo la germinación en la semilla de Papaya decae

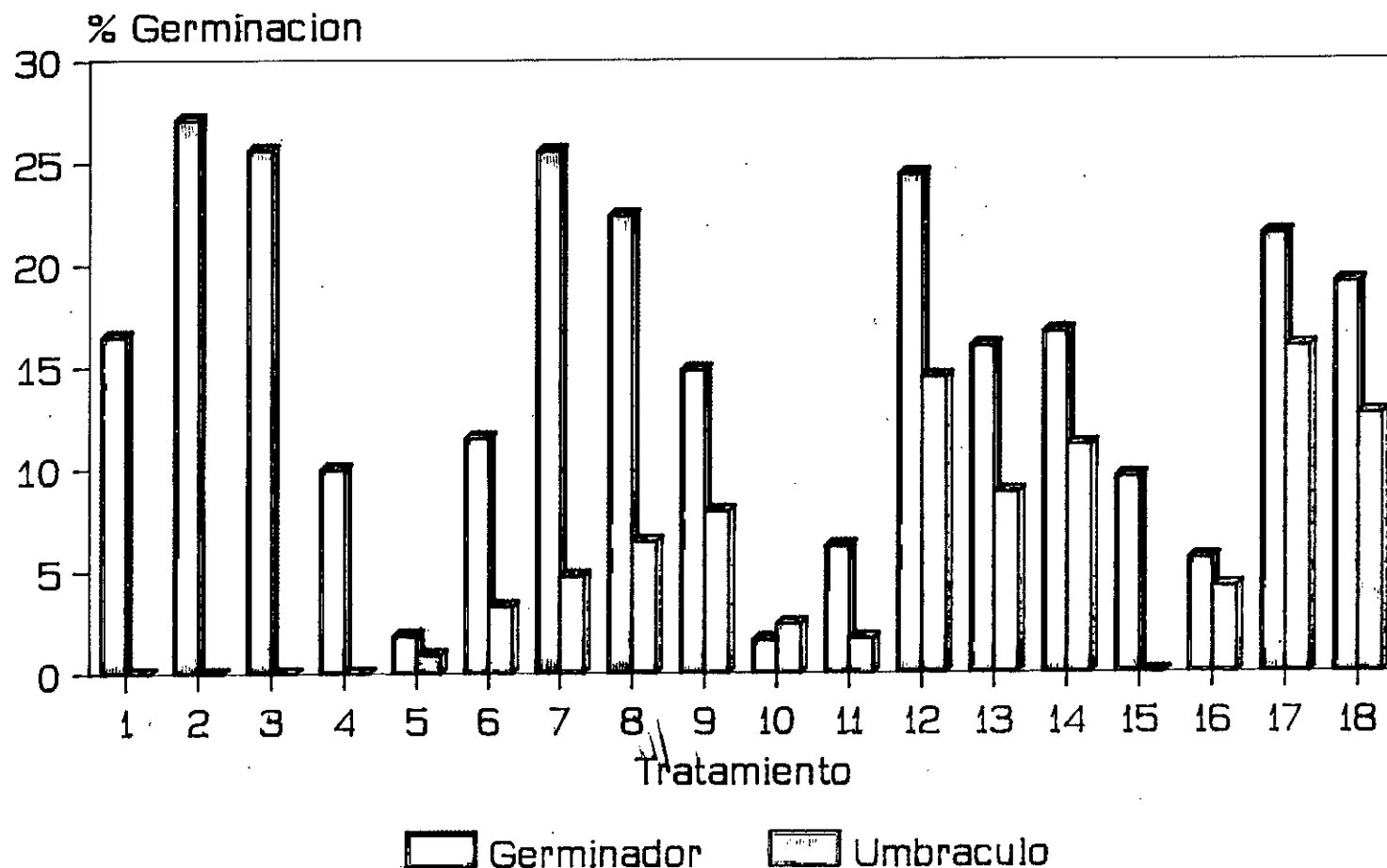


Tabla 4. Porcentaje de germinacion de la semilla de pepaya a los 10 dias de sembradas

Tratam.	Dosis			Total	X	S.E.M.	Tratam.	Dosis			Total	X	S.E.M.
	I	II	III					I	II	III			
<b>GERMINADOR</b>							<b>IN VITRO</b>						
1	10,00	9,50	20,25	49,75	16,59	26,71	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	20,00	40,00	10,00	70,00	23,33	37,00	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	30,00	20,00	10,00	60,00	20,00	30,00	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
4	20,00	20,00	20,00	60,00	20,00	20,00	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	0,00	0,00	2,70	2,70	0,91	4,91
6	9,50	10,00	10,00	34,50	11,50	26,90	6	4,00	0,00	0,00	4,00	3,20	3,20
7	20,00	30,00	21,00	71,00	23,67	30,00	7	2,00	0,00	11,00	14,00	4,70	30,00
8	20,00	21,00	10,00	51,00	17,00	20,00	8	7,00	7,00	4,70	19,00	6,40	47,41
9	21,00	10,00	10,00	41,00	13,67	26,20	9	2,00	0,00	0,00	2,00	7,00	40,00
10	0,00	20,00	20,00	40,00	13,33	20,00	10	0,00	4,70	2,00	7,00	2,40	24,00
11	20,00	10,00	0,00	30,00	10,00	20,00	11	20,00	0,00	2,70	22,00	1,71	77,44
12	30,00	21,00	10,00	61,00	20,33	24,10	12	0,00	20,00	2,00	22,00	18,47	20,00
13	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00	20,00	13	2,00	11,00	2,14	15,00	0,04	40,01
14	0,00	10,00	21,00	31,00	10,33	20,00	14	0,00	4,00	10,00	14,00	11,10	27,00
15	4,70	10,00	0,00	14,70	4,90	20,00	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,10
16	20,00	9,50	4,70	34,20	11,40	26,20	16	2,00	2,00	2,00	6,00	4,20	20,00
17	20,00	21,00	21,00	62,00	20,67	20,00	17	10,00	17,00	10,00	37,00	10,00	20,00
18	10,00	20,00	10,00	40,00	13,33	20,10	18	20,10	10,00	2,14	32,24	12,04	41,10
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>400</b>	<b>133,33</b>	<b>200</b>	<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>400</b>	<b>133,33</b>	<b>200</b>
<b>X</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>30,00</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>	<b>X</b>	<b>4,47</b>	<b>0,22</b>	<b>4,00</b>	<b>8,69</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>

Figura 4.

Porcentaje de Germinacion de la Semilla de Papaya a los 18 dias de sembradas.



después del día 14, esto es razonable pues la fase in vitro presenta sus más altos registros el día 10 (Tabla 2) y la fase de germinador el día 14 (Tabla 3).

Los T1, T2, T3, T4, T5, T6, en la fase de germinador continúan germinando, lo cual ratifica lo expresado por Torres (15), en el sentido que el mucílago es un factor que retarda o inhibe la germinación de la semilla de Papaya.

Si se observa el comportamiento de la semilla de Papaya, durante las cuatro lecturas, podemos inferir que su rango de germinación está entre los seis y catorce días después de la siembra, con valores máximos para la fase in vitro en el día 10 y para la fase de germinador el día 14, razonable ya que las semillas encontraron condiciones más favorables en el umbráculo lo cual aceleró el proceso de germinación (10).

Para obtener una referencia más exacta de los resultados de germinación estos se totalizaron para ser analizados estadísticamente en la Tabla 5.

La media para el porcentaje de germinación total (Tabla 5) fue de 56% en la fase de germinador y 40,87% para la

Fig. 49. Porcentajes de germinación total de la semilla de Papaya.

Tratamiento	Bioalúes			Total	X	Tratamiento	Bioalúes			Total	X
	I	II	III				I	II	III		
GERMINADOR						IN CITRO					
1	26,26	21,42	32,57	26,75	26,71	1	6,66	6,66	7,14	7,14	2,32
2	26,56	34,75	21,94	27,75	37,66	2	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
3	41,45	44,62	31,76	39,28	39,66	3	4,67	6,66	6,66	4,67	1,62
4	37,56	21,94	17,45	25,65	27,63	4	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
5	36,76	33,33	33,33	34,47	32,46	5	16,27	6,66	2,76	12,95	4,31
6	37,76	22,56	22,56	27,61	26,96	6	4,67	6,66	5,66	5,67	3,24
7	37,76	33,42	76,66	49,28	79,69	7	36,95	26,16	52,37	38,56	36,56
8	37,99	76,64	69,63	58,42	76,67	8	36,57	56,66	49,59	47,61	47,41
9	37,79	37,56	62,56	44,64	69,26	9	49,99	45,66	57,66	49,99	49,99
10	67,65	67,64	66,27	67,19	66,67	10	45,66	54,75	62,56	54,66	54,66
11	66,46	54,64	64,65	61,92	66,76	11	75,59	75,67	61,66	70,94	77,44
12	67,22	66,65	76,72	68,33	74,19	12	75,75	66,99	67,56	73,64	66,66
13	66,66	57,16	67,16	63,66	66,76	13	45,66	54,75	49,99	49,74	49,91
14	66,94	52,42	73,66	64,68	69,65	14	96,66	66,65	62,91	73,64	67,66
15	66,66	59,56	73,15	66,46	73,57	15	76,16	75,66	56,52	71,66	76,16
16	57,56	66,79	59,51	61,28	59,26	16	71,77	62,64	67,76	64,59	66,54
17	71,79	66,96	63,46	67,41	67,66	17	62,52	62,56	57,56	61,54	66,64
18	61,69	73,66	66,66	67,34	67,19	18	39,61	46,56	36,66	41,61	41,19
<b>Total</b>	<b>1696,29</b>	<b>967,5</b>	<b>966,46</b>			<b>Total</b>	<b>719,66</b>	<b>736,61</b>	<b>757,64</b>		
<b>X</b>	<b>66,96</b>	<b>53,76</b>	<b>53,66</b>		<b>56,66</b>	<b>X</b>	<b>39,94</b>	<b>46,66</b>	<b>42,69</b>		<b>46,67</b>

fase in vitro. En la fase de germinador el T7 (semillas sin mucílago y sin secar) con 79,89% fue el mejor, el más bajo porcentaje para la fase lo presentó el T4 (semillas con mucílagos y secas a la sombra 72 horas) con 25,63%.

En tanto que la fase in vitro obtuvo su más alto porcentaje en el T14 (semillas fermentadas y secas a la sombra 24 horas) con 87,30%; el porcentaje de germinación más bajo para la fase lo obtuvieron el T2 (semillas con mucílago y secas a la sombra 24 horas), T4 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 72 horas) que no germinaron.

El análisis de varianza para la fase de germinación establece que para los bloques no existe diferencia alguna, mientras que para los tratamientos mostró alta significancia (Apéndice 1). En tanto que para la fase in vitro se obtuvo diferencia significativa para los tratamientos mas no para los bloques (Apéndice 2).

Para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos se realizó la prueba de Duncan, lo cual arrojó diferencias significativas para los T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, con respecto a los T1, T2, T3, T4, T5, T6. En otras palabras, estos tratamientos tuvieron un comportamiento parecido pero

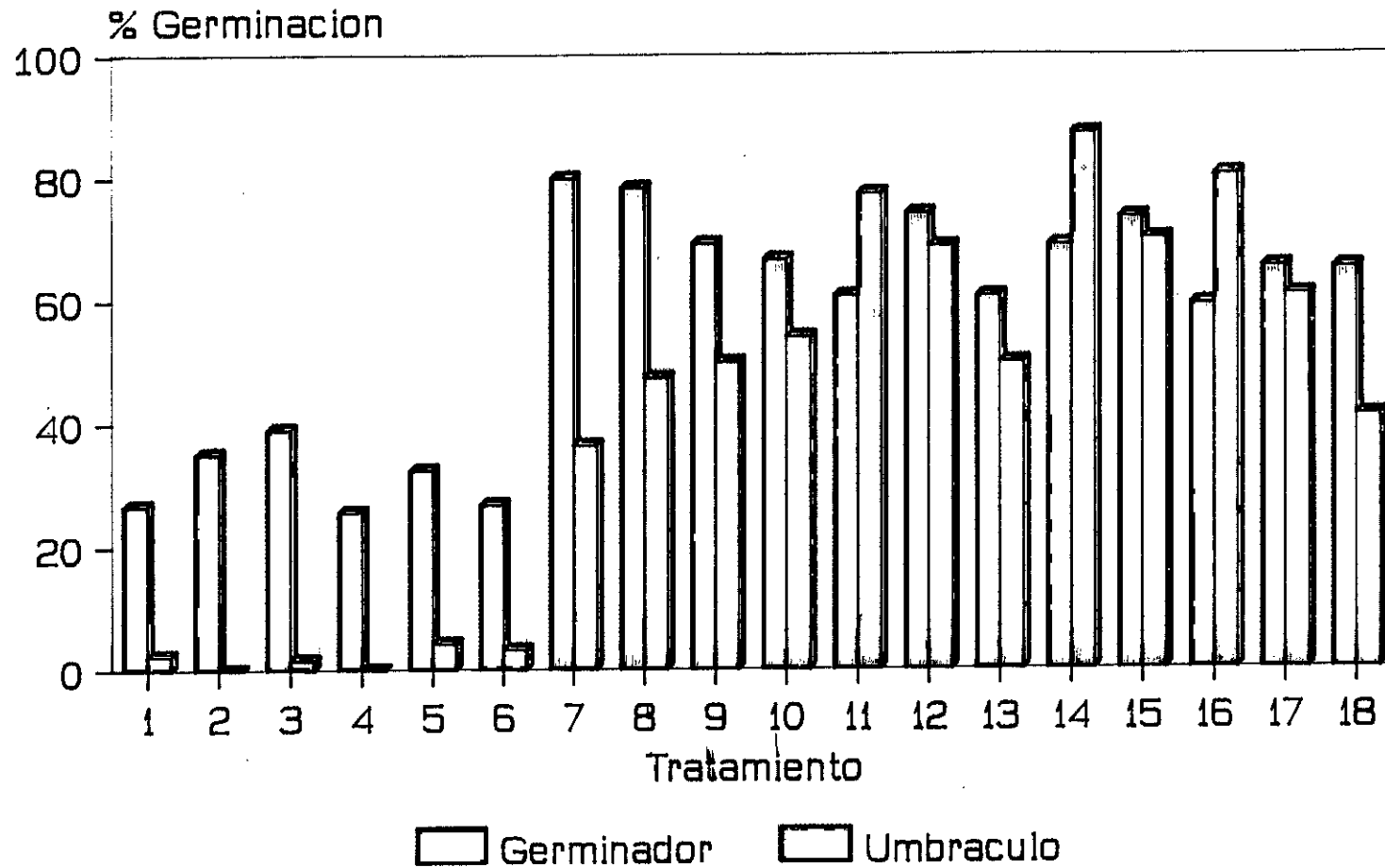
superior a los T1, T2, T3, T4, T5, T6. Los resultados de esta prueba son válidos tanto para la fase de germinador como para la fase in vitro (Apéndices 7 y 8 ).

A pesar de la similitud en el comportamiento del T4, con los demás tratamientos, este con 87,30% presentó el mayor porcentaje de germinación, mientras que el T11 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas) tomado como testigo registró un porcentaje de 77,44%. Además del T4 se destacan también los T16 y T15 con 80,53% y 70,10% respectivamente. Otro tanto sucedió en la fase de germinador con el T7 que con 79,89% registra el mayor porcentaje. El T11 testigo alcanzó un 60,76%, porcentaje considerado intermedio en la fase pero muy bajo si se le compara con su similar en la fase in vitro. También se destacan en esta fase los T8, T12, T15 (78,35%, 74,19%, 73,57%).

Se puede observar que la fase de germinador obtuvo un porcentaje de germinación mayor con respecto a la fase in vitro (Figura 5). Justificable si se tiene en cuenta que en la fase in vitro los T1, T2, T3, T4, T5, T6, no germinaron o lo hicieron con valores mínimos. De la misma forma se observa que los más bajos porcentajes de germinación para las dos fases los presenta el T4

Figura 5.

Porcentaje de Germinacion total de la Semilla de Papaya.



acompañado en la fase in vitro por el T2 que registró el mismo porcentaje.

Los resultados del presente trabajo si se comparan con los obtenidos por Salazar (14) quien trató la semilla de Papaya con 3 reguladores de crecimiento (Acido Giberélico Emthrel, B-9) encontrando que el mayor porcentaje de germinación lo obtuvo el AG con 95% y los obtenidos por Nagao y Sheldon (12) quienes trataron la semilla con Nitrato de Potasio  $\text{KNO}_3$  y Acido Giberélico, obteniendo un máximo de germinación de 87,8% con el  $\text{KNO}_3$ , son confiables ya que los máximos porcentajes de germinación obtenidos en este trabajo fueron de 87,30% para la fase in vitro y 79,89% para la fase de germinador, resultados muy similares a los obtenidos por estos investigadores.

Ahora bien, los factores de costo y manejo, justifican la bondad de los resultados obtenidos en este ensayo, pues resulta menos costoso y de más facil manejo tatar la semilla como se realizó en el experimento, comparado con el alto costo y el manejo cuidadoso que se debe tener con los reguladores de crecimiento.

Para evaluar la verdadera influencia de la fermentación y el tiempo de secado, con los resultados de la Tabla 3 se



diseñó la Tabla 6 en donde se enfrentan los factores (con mucílago, sin mucílago y fermentados) contra los tiempos de secado sometidos a evaluación en el ensayo.

La Tabla 6 muestra la supremacía de la fase de germinador sobre la fase in vitro en los tres factores, obteniendo una máxima media de germinación de 71,51% con los tratamientos sin mucílago, seguido de los tratamientos fermentados con 65,78% y en último lugar los tratamientos con mucílago con 30,97%. Mientras que la fase in vitro registró su máximo porcentaje en los tratamientos fermentados con 60,46%, seguido por los tratamientos sin mucílago, 55,71%, con último lugar de los tratamientos que poseían mucílago con 39,97%.

Se observa que el comportamiento de los tratamientos sin mucílago y fermentados es similar tanto en la fase de germinador como en la fase in vitro (Tabla 6).

Las Figuras del 6 al 11 señalan la relación existente entre el tiempo de secado y la germinación, a través de regresiones lineales.

En las Figuras 6, 7, 9, 10 y 11 se puede observar que la reacción es positiva, es decir que existe una influencia

Tabla 6. Porcentajes de germinación para cada uno de los tiempos evaluados.

Tiempo	Tratamiento	Con abollado		Sin abollado		Fermentado		
		Germs. en Cent.	en Cent.	Germs. en Cent.	en Cent.	Germs. en Cent.	en Cent.	
0	1, 1, 10	20, 11	1, 00	19, 00	00, 00	00, 00	00, 10	40, 01
0	0, 10, 10	20, 00	0, 10	14, 10	00, 00	00, 10	41, 10	41, 10
24	1, 0, 10	00, 00	0, 00	10, 00	41, 41	00, 00	01, 00	01, 00
48	0, 0, 10	00, 00	1, 00	00, 00	00, 00	00, 00	10, 01	10, 10
72	0, 10, 10	20, 00	0, 00	00, 00	04, 00	00, 10	11, 44	11, 44
144	0, 10, 10	00, 00	0, 01	00, 10	11, 44	00, 00	00, 04	00, 04
Total		100, 00	11, 00	120, 00	004, 00	004, 00	002, 10	002, 10
X1		00, 01	1, 00	11, 01	00, 11	00, 10	00, 00	00, 00

Figura 6.

# Tiempo Vs Tratamiento con Mucilago (Germinacion)

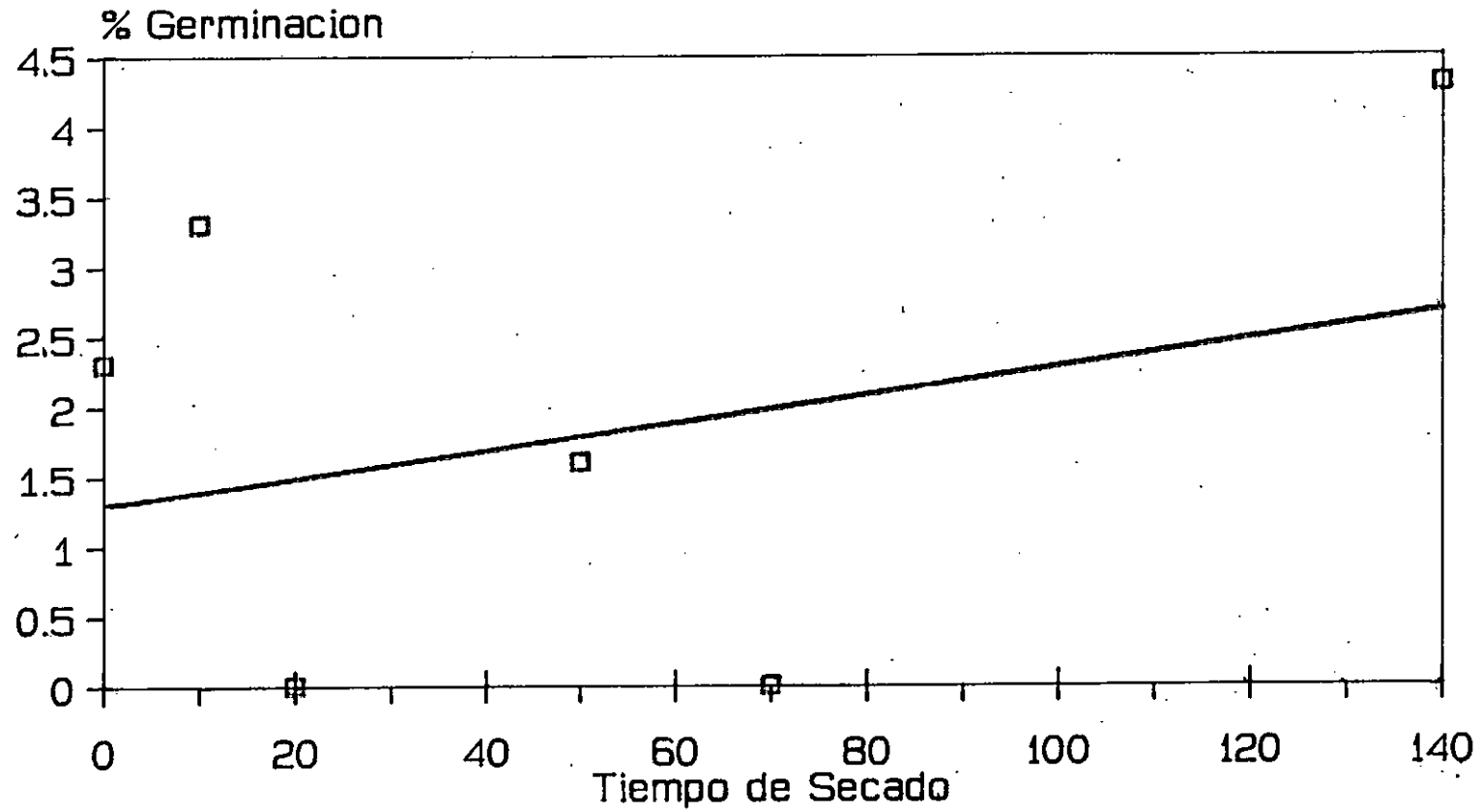


Figura 7.

# Tiempo Vs Tratamiento con Mucilago (In Vitro )

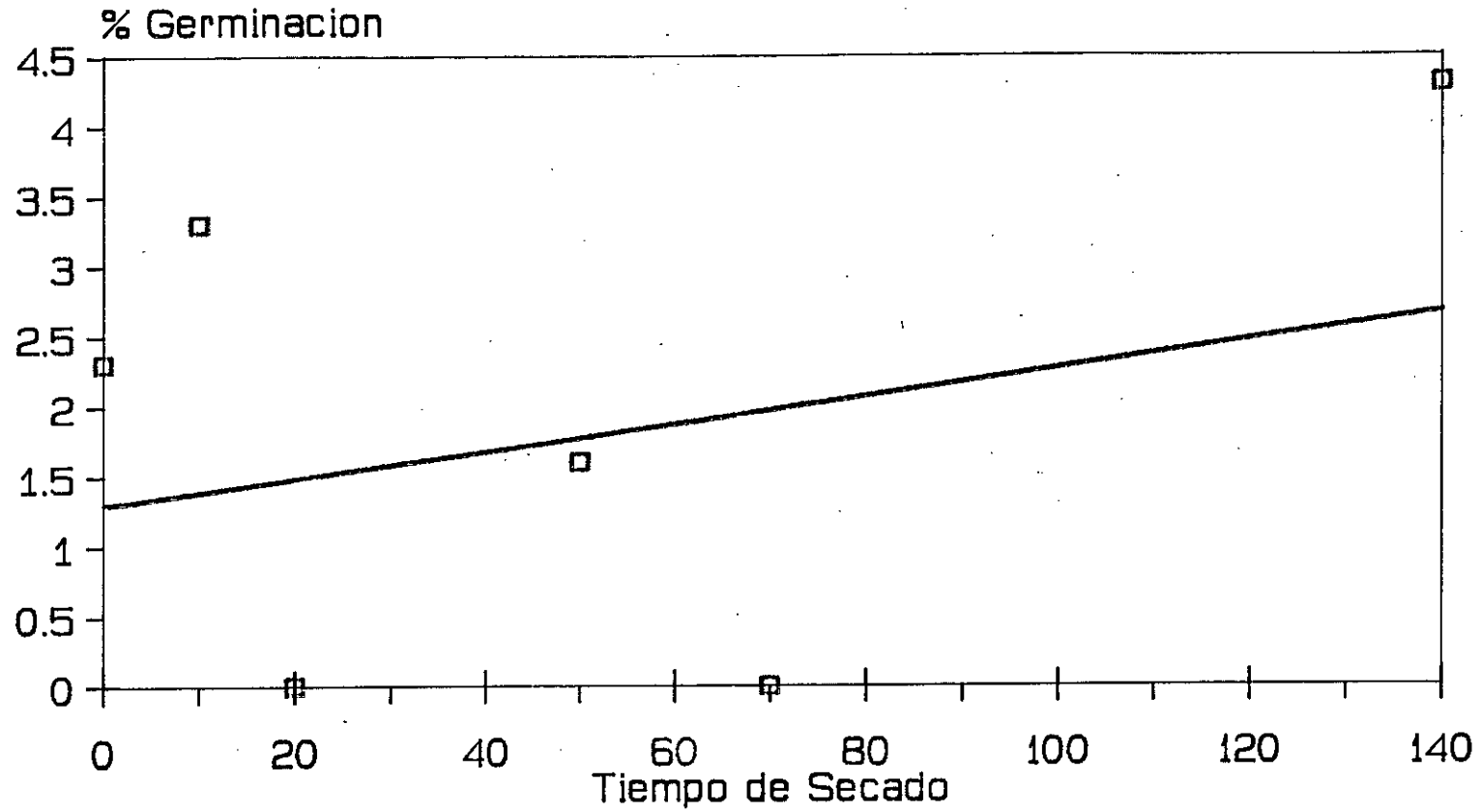


Figura 8.

### Tiempo Vs Tratamiento Sin Mucilago (Germinador)

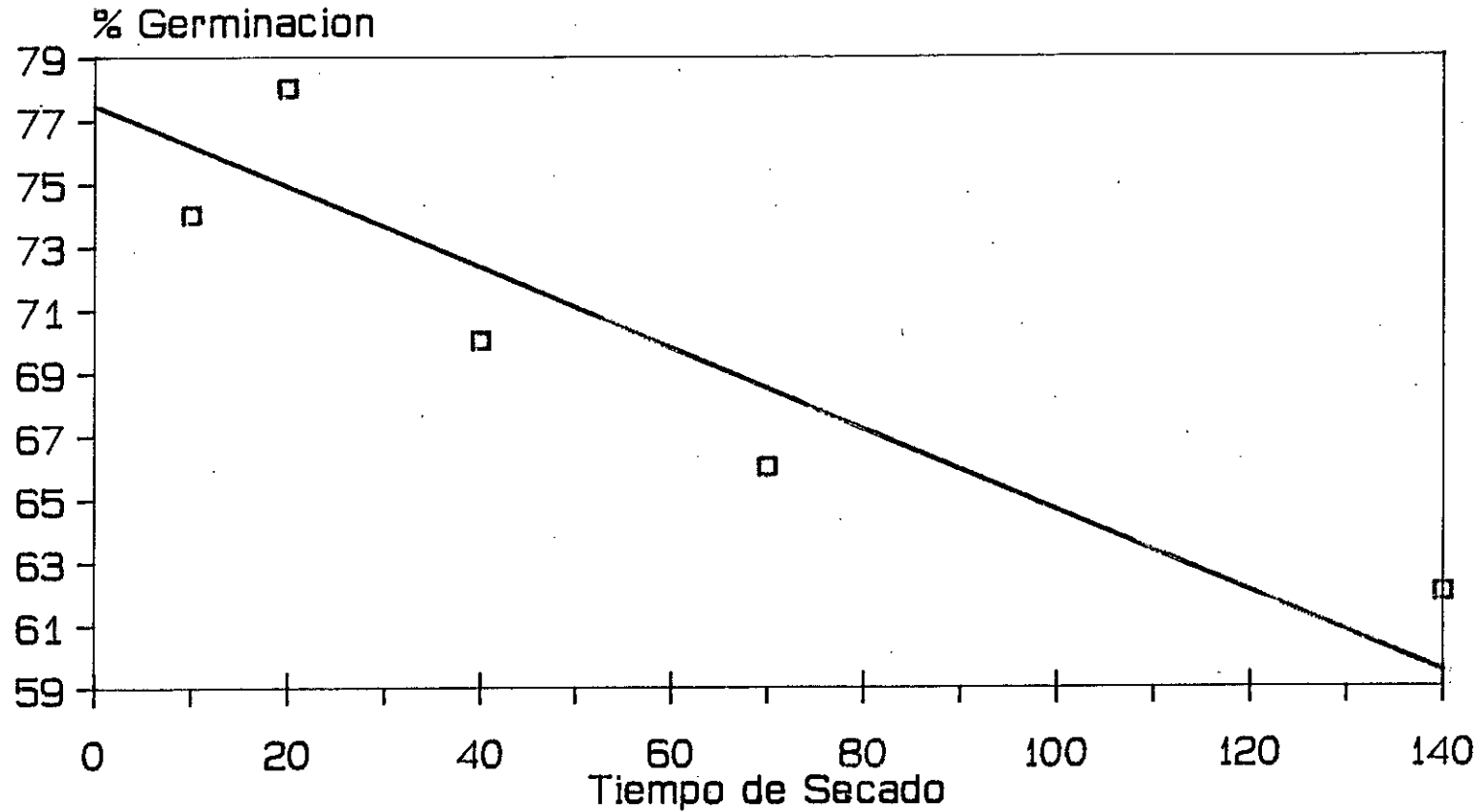


Figura 9.

### Tiempo Vs Tratamiento Sin Mucilago (In Vitro)

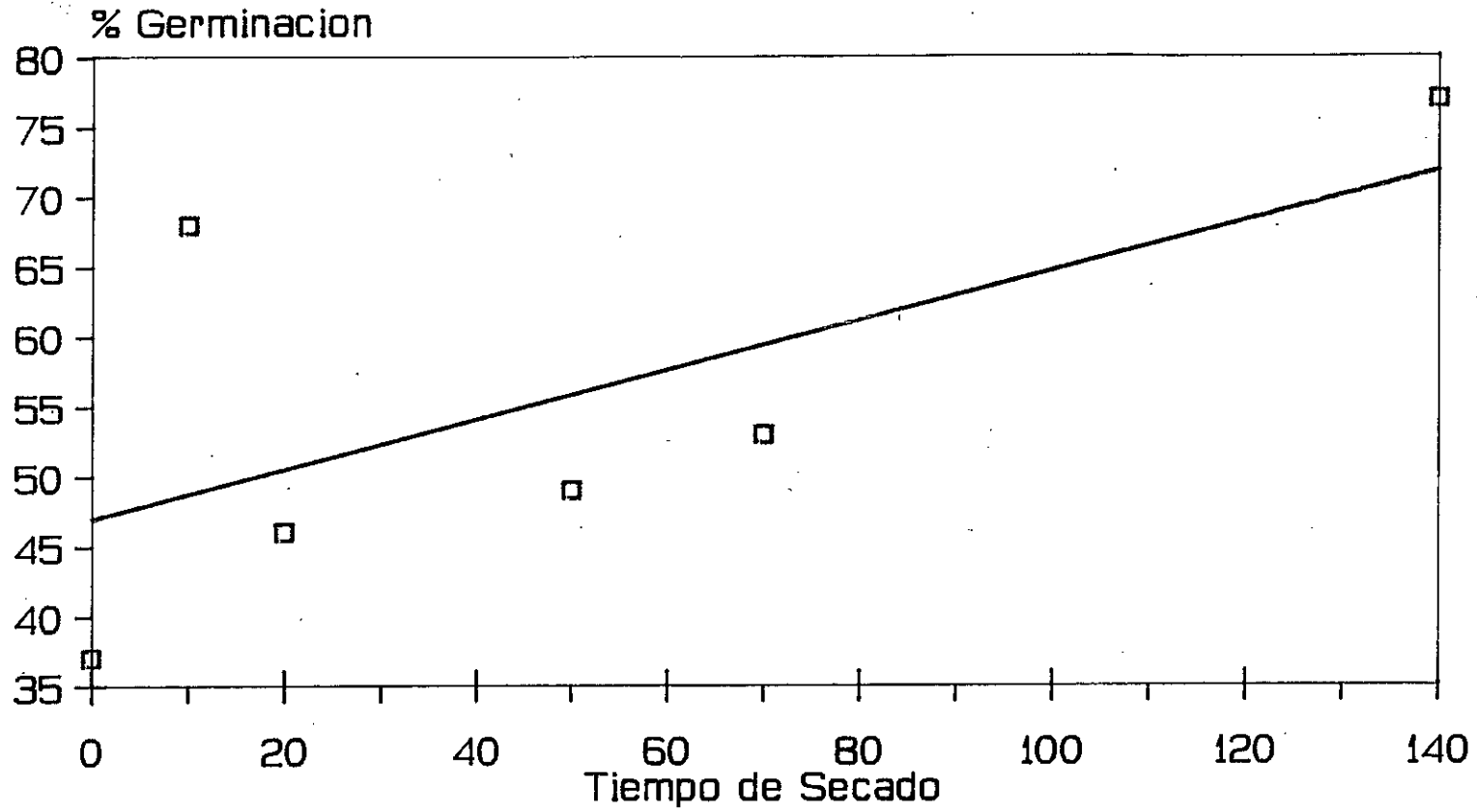


Figura 10.

### Tiempo Vs Tratamiento Fermentados (Germinador)

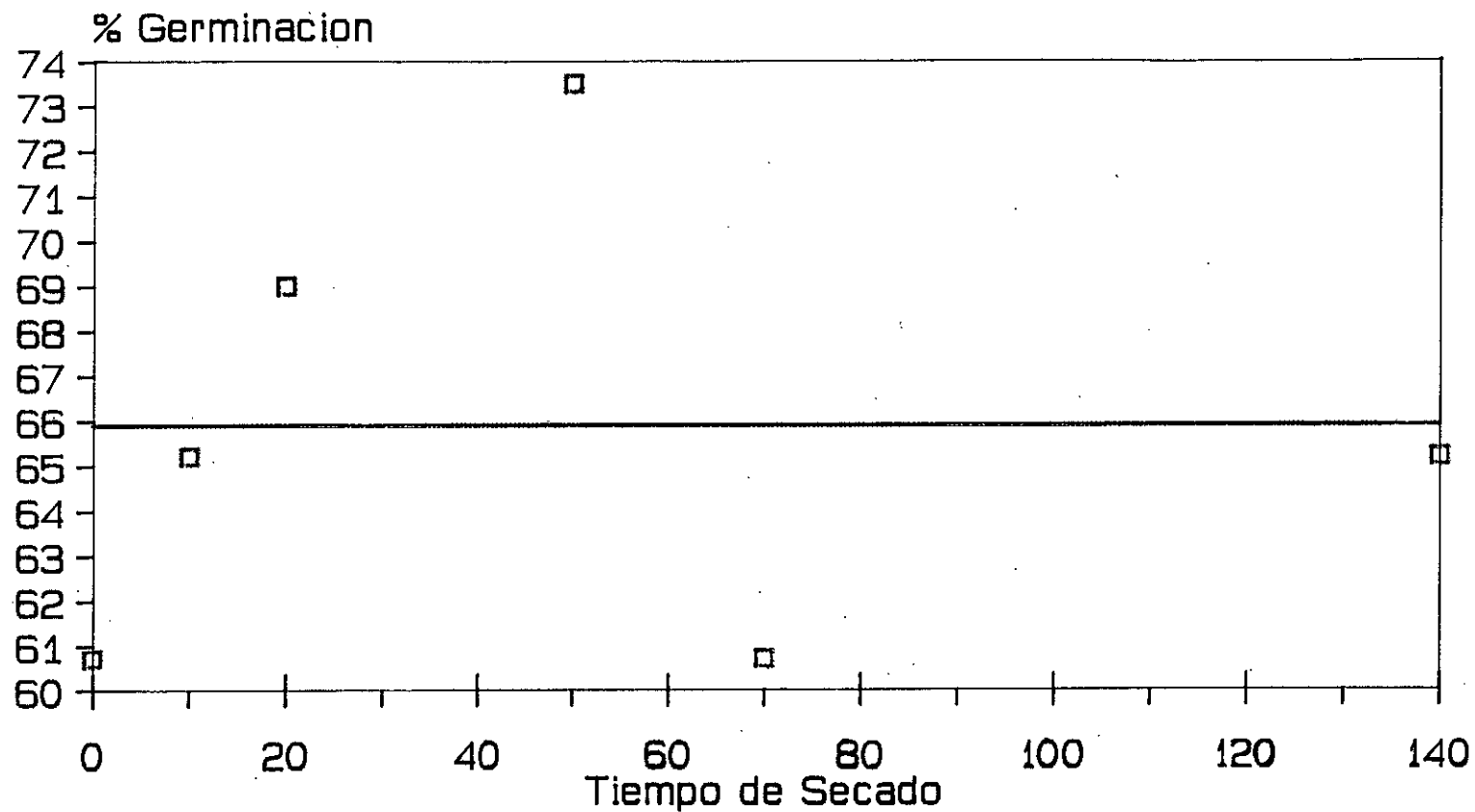
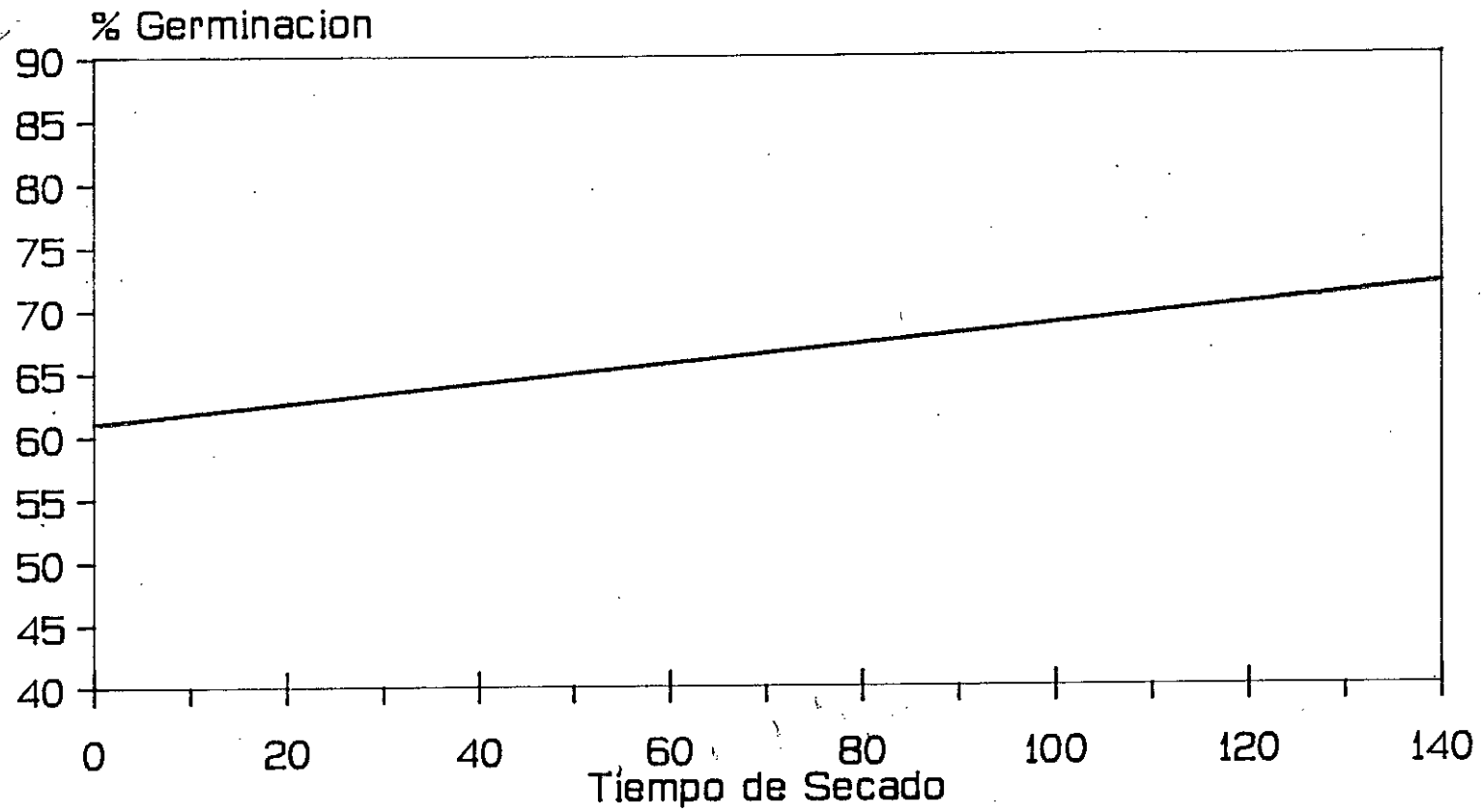


Figura 11.

# Tiempo Vs Tratamiento Fermentacion (In Vitro)





directa del tiempo de secado en el incremento del porcentaje de germinación.

La Figura 8 correspondiente a los tratamientos sin mucílago en la fase de germinador es la excepción, puesto que la relación es negativa, en otras palabras, a medida que aumenta el tiempo de secado se presenta una disminución en la tasa de germinación.

#### 4.2 VIABILIDAD DE LA SEMILLA

En la Tabla 7 se registran los resultados de la prueba de viabilidad, en la cual se observa un promedio de viabilidad de 86,66% obteniendo el mayor porcentaje los T4, T7, T15, T18, con 93,33% y el menor porcentaje para el T17 (semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 144 horas) con 73,33%.

El análisis de varianza para el parámetro estableció que no existía significación alguna para bloques y tratamientos (Apéndice 3), resultado que se corroboró al realizar la Prueba de Duncan (Apéndice 9).

El T11 testigo, alcanzó un porcentaje de viabilidad de 86,66%, valor similar al obtenido en la prueba de

Tabla 7. Viabilidad de la semilla de Papaya para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
1	60	100	100	260	86,66
2	100	100	80	280	93,33
3	80	100	80	260	86,66
4	60	80	100	240	80,00
5	80	100	80	260	86,66
6	80	100	80	260	86,66
7	100	100	80	280	93,33
8	100	80	80	260	86,66
9	80	80	100	260	86,66
10	60	100	80	240	80,00
11	80	80	100	260	86,66
12	80	80	100	260	86,66
13	80	80	100	260	86,66
14	100	80	80	260	86,66
15	80	80	100	260	86,66
16	80	100	100	280	93,33
17	80	80	80	220	73,33
18	100	100	80	280	93,33
Total	1.480	1.600	1.600		
Bloque					
$\bar{x}$	82,22	88,88	88,88	86,66	

germinación (Tabla 5) en donde obtuvo porcentajes de 80,76% y 77,44% para las fases de germinador e in vitro respectivamente. De la misma forma se observa que el T4, el cual obtuvo los más bajos porcentajes de germinación en las dos fases de la prueba de germinación (Tabla 5); en la prueba de viabilidad (Tabla 7) obtiene el mayor porcentaje con 93,33%.

Los T7 (germinador) y T14 (in vitro) que en la prueba de germinación obtuvieron los mayores porcentajes coinciden sus resultados con los obtenidos en la prueba de viabilidad. Los resultados de la prueba del Tetrazol necesariamente no tienen que coincidir con los obtenidos en la prueba de germinación, ya que si se tiene en cuenta el objetivo principal de la prueba del Tetrazol es suministrar una estimación del porcentaje de germinación (5).

Además si tenemos en cuenta que la germinación de la semilla puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considera necesario para que este proceso tenga lugar (4), factores que se obvian con la realización de la prueba del Tetrazol. En este sentido Hardin (5) declaró: que con la prueba del Tetrazol se superan características inherentes a la prueba de

germinación, tales como dormancia, semilla dura y condiciones inadecuadas de germinación.

Para determinar la influencia del tiempo de secado y la fermentación en la viabilidad de la semilla, se tendría que efectuar un análisis bioquímico pormenorizado del grupo de enzimas y los procesos de estas en la vida de la semilla: ya que la prueba del tetrazol únicamente nos determina si el embrión está o no vivo sin tener en cuenta el aspecto cualitativo del mismo. Posiblemente este es el aspecto que afecta la fermentación y el secado, la calidad del embrión, haciéndolo más apto para resistir condiciones externas adversas.

De los resultados de la prueba se puede deducir en forma general que el 86,66% de la semilla de Papaya es potencialmente viable y que su germinación está condicionada a factores externos, que para la prueba del Tetrazol son superables.

#### 4.3 COEFICIENTE DE VELOCIDAD DE GERMINACION (C.V.G.)

El C.V.G. presenta un promedio de 7,07 para la fase de germinador y 6,15 para la fase in vitro (Tabla 8).

Presenta el mayor C.V.G. en la fase de germinador el T16 (semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 72 horas) con 8,56 y el menor C.V.G. el T3 (semillas con mucílago y secas a la sombra 48 horas) con 5,9, mientras que la fase in vitro tiene su mayor C.V.G. en el T15 (semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 48 horas) con 10,06 y el menor C.V.G. lo registraron los T2, T3, T4, con un valor de cero.

El análisis de varianza estableció que no existía diferencia significativa para los bloques mientras que para los tratamientos señaló diferencia significativa y altamente significativa para las fases de germinador e in vitro respectivamente (ver Apéndice 4 y 5).

La Prueba de Duncan en lo atinente a la fase de germinador (Apéndice 10) observa diferencia significativa de los tratamientos. En tanto que la fase in vitro la prueba arrojó diferencia significativa de los T15, T16, T17, con respecto a los demás tratamientos (Apéndice 11).

El T11 testigo, obtuvo para la fase de germinador un C.V.G. de 7,06 y 8,56 en la fase in vitro, valores considerados como intermedios en cada una de las fases.

En la Tabla 8 se observa que ambas fases los mayores C.V.G. los obtuvieron los tratamientos que fueron sometidos al proceso de fermentación, seguido de los tratamientos sin mucílago, con último lugar de aquellos que poseían mucílago. Lógico, si tenemos en cuenta que el proceso de fermentación facilita quitar el mucílago de la semilla, entonces ésta se verá menos afectada por daño mecánico, el cual afecta en forma negativa el poder germinativo de la semilla. En este sentido Delouch (3) afirmó que los efectos del daño mecánico sobre la viabilidad y vigor de la semilla pueden ser inmediatos, porque pueden incapacitarla para germinar normalmente, o latentes, porque si bien la germinación no se afecta al instante, si se afecta el vigor, el potencial de almacenamiento y posteriormente su comportamiento en el campo.

Podemos observar que los tiempos de secado y fermentación afectaron significativamente el coeficiente de velocidad de germinación, aunque los T7 y T14 que obtuvieron los mayores porcentajes de germinación en las fases de germinador e in vitro de la prueba de germinación (Tabla 5), no obtuvieron los mayores valores en el C.V.G.. Esto nos permite deducir que el C.V.G. así como el porcentaje de germinación es un buen índice para medir la influencia

Tabla 8. Coeficientes de velocidad de germinación de la semilla de Papaya.

Tratam.	Estratos			Total	X	Tratam.	Estratos			Total	X
	I	II	III				I	II	III		
GERMINADOR						IN VITRO					
I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	I	0,0	0,0	1,0	1,0	1,00
II	1,0	1,2	0,04	2,24	0,08	II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
III	1,1	1,1	0,0	2,2	0,08	III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
V	1,1	1,1	0,02	2,22	0,08	V	1,1	0,0	1,1	2,2	0,78
VI	1,1	0,0	0,0	1,1	0,08	VI	1,1	0,0	1,1	2,2	0,78
VII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	VII	1,1	1,0	0,0	2,1	0,70
VIII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	VIII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
IX	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	IX	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
X	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	X	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XI	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XI	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XIII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XIII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XIV	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XIV	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XV	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XV	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XVI	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XVI	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XVII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XVII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XVIII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XVIII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XIX	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XIX	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XX	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XX	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXI	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXI	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXIII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXIII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXIV	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXIV	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXV	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXV	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXVI	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXVI	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXVII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXVII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXVIII	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXVIII	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXIX	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXIX	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
XXX	1,1	1,0	1,2	3,3	0,12	XXX	1,1	1,0	1,1	3,2	0,10
Suma	120,0	124,4	120,0			Suma	120,0	124,4	120,0		
X	7,15	6,91	7,16		7,07	X	0,7	0,82	0,42		0,45

del tiempo de secado y fermentación.

#### 4.4 EVALUACION POR DENSIDAD

El promedio general de semillas descartadas por densidad fue de 3,85% en donde el T5 (semillas con mucílago y secas a la sombra 144 horas) fue el tratamiento en el que más se descartaron, mientras que los T1 (semillas con mucílago y sin secar), T14 (semillas fermentadas y secas a la sombra 24 horas) con 0,73% fueron los tratamientos en que menos semillas se descartaron.

El análisis de varianza para el parámetro se realizó con los datos transformados de la Tabla 10, el cual determinó que para los bloques no existía diferencia significativa de los tratamientos T5 y T11 con relación a los restantes tratamientos (Apéndice 12).

El testigo T11 con 9,23% es estadísticamente igual a T5 quien obtuvo la mayor cantidad de semillas descartadas.

La evaluación de las semillas por densidad se vió afectada por el tiempo de secado. Con ayuda de la técnica de regresión lineal se encontró una estrecha relación positiva entre el tiempo de secado y el descarte de



Tabla 9. Porcentaje de semillas descartadas, en la evaluación por densidad para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
1	1,1	1,1	0,0	2,2	0,73
2	1,1	1,1	2,2	4,4	1,46
3	3,3	7,7	3,3	14,3	4,76
4	6,6	2,2	5,5	14,3	4,76
5	7,7	8,8	13,3	29,8	9,93
6	2,2	5,5	5,5	13,2	4,40
7	1,1	1,1	2,2	4,4	1,46
8	2,2	3,3	1,1	6,6	2,20
9	2,2	5,5	5,5	13,2	4,40
10	4,4	2,2	4,4	11,0	3,66
11	3,3	12,2	12,2	27,7	9,23
12	8,8	2,2	4,4	15,4	5,13
13	5,5	1,1	0,0	6,6	2,20
14	0,0	0,0	2,2	2,2	0,73
15	11,0	2,2	3,3	6,6	2,20
16	6,6	7,7	2,2	16,5	5,50
17	7,7	4,4	4,4	16,5	5,50
18	2,2	0,0	3,3	3,3	1,10
Total	67,1	68,3	72,80		
Bloque					
$\bar{x}$	3,72	3,79	4,04		3,85

Tabla 10. Valores de la Tabla 9, transferidos a  $x + 1$ 

Tratamientos	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
1	1,44	1,44	1,00	3,88	1,29
2	1,44	1,44	1,78	4,66	1,55
3	2,07	2,94	2,07	7,08	2,36
4	2,75	1,78	2,54	7,07	2,35
5	2,94	3,13	3,78	9,85	3,28
6	1,78	2,54	2,54	6,86	2,28
7	1,44	1,44	1,78	4,66	1,55
8	1,78	2,07	1,44	5,29	1,76
9	1,78	2,54	2,54	6,86	2,28
10	2,32	1,78	2,32	6,42	2,14
11	2,07	3,63	3,63	9,33	3,11
12	3,13	1,78	2,32	7,23	2,41
13	2,54	1,44	1,00	4,98	1,66
14	1,00	1,00	1,78	2,78	1,26
15	1,44	1,78	2,07	5,29	1,76
16	2,75	2,94	1,78	7,47	2,49
17	2,94	2,32	2,32	7,58	2,52
18	1,78	1,00	1,44	4,22	1,40
Total	37,39	36,99	38,01		
Bloque					
$\bar{x}$	2,07	2,05	2,11		2,08s

semillas en los tratamientos con mucílago, sin mucílago y fermentadas (ver Figuras 12, 13 y 14). En otras palabras a medida que aumenta el tiempo de secado tiende a incrementar el número de semillas descartadas. Es así como los T5, T11 y T17 que fueron sometidos a 144 horas de secado presentan la mayor cantidad de semilla descartada.

En la Tabla 11 se observa que los tratamientos con mucílago y sin mucílago presentaron un comportamiento similar descartando la mayor cantidad de semilla; no ocurrió lo mismo con los tratamientos fermentados ya que el porcentaje de semillas descartadas estuvo por debajo de los anteriores.

En términos generales, se puede deducir que la separación por densidad contribuyó a mejorar la germinación de la semilla de Papaya ya que las semillas descartadas en su mayoría eran vanas o algunas carecían de embrión, resultados que coinciden con los obtenidos por Nagao y Sheldon (12), en donde la germinación aumentó de 23,4% a 89% cuando las semillas fueron separadas por densidad.

Tabla 11. Porcentajes de semilla descartada para los tratamientos con mucilago, sin mucilago y fermentado.

Tiempo	Tratamientos	Con Mucilago	Sin Mucilago	Fermentado
0	1, 7, 13	0,73	1,46	2,20
6	6, 12, 18	4,40	5,13	1,10
24	2, 8, 14	4,76	4,40	2,20
48	3, 9, 15	4,76	3,66	5,50
72	4, 10, 16	9,93	9,23	5,50
144	5, 11, 17	4,40	5,13	1,10
Total		26,04	26,08	17,23
$\bar{x}$		4,34	4,34	2,87

Figura 12.

### Tiempo Vs Semilla Descartada Tratamiento con Mucilago

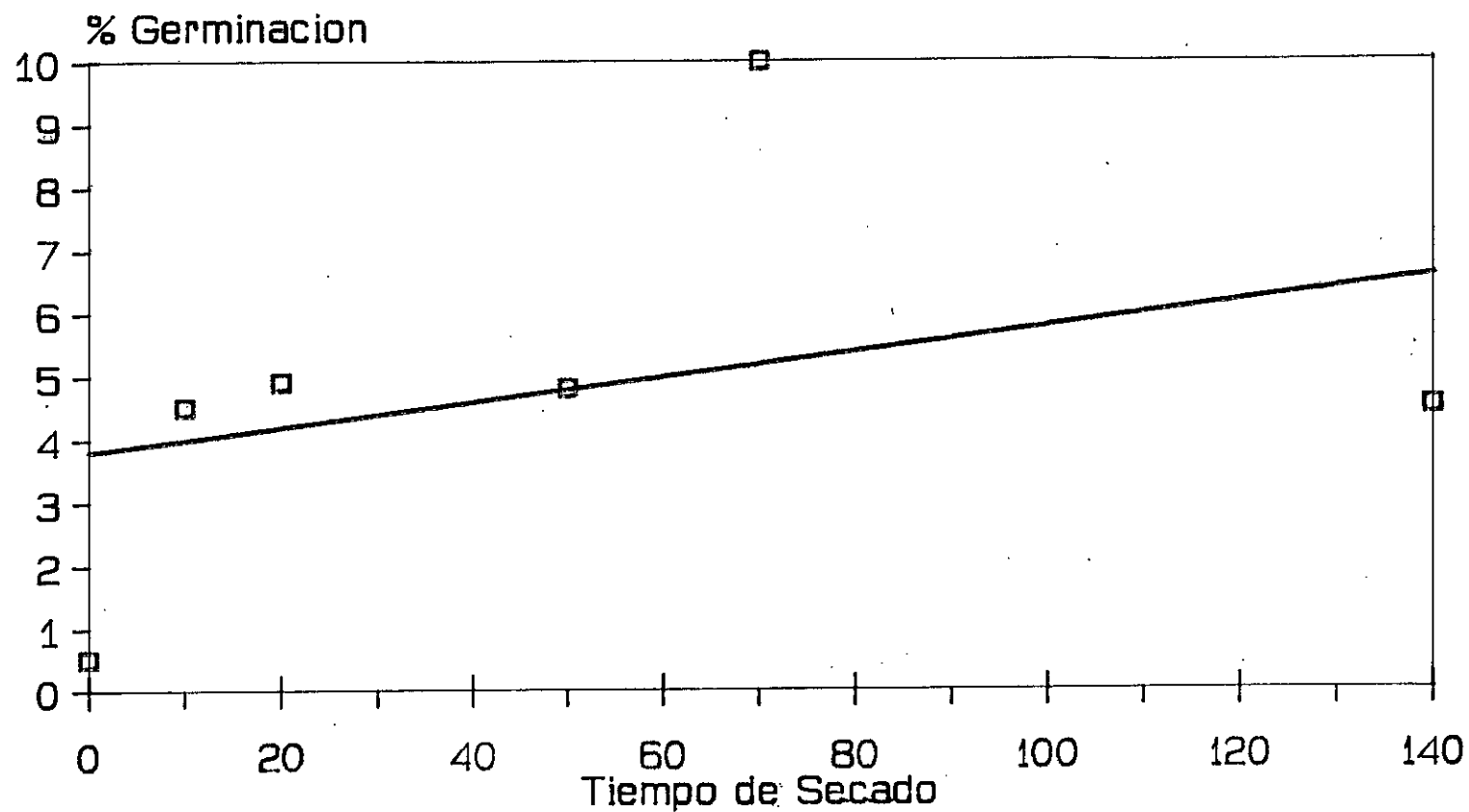


Figura 13.

Tiempo Vs Semilla Descartada  
Tratamiento Sin Mucilago

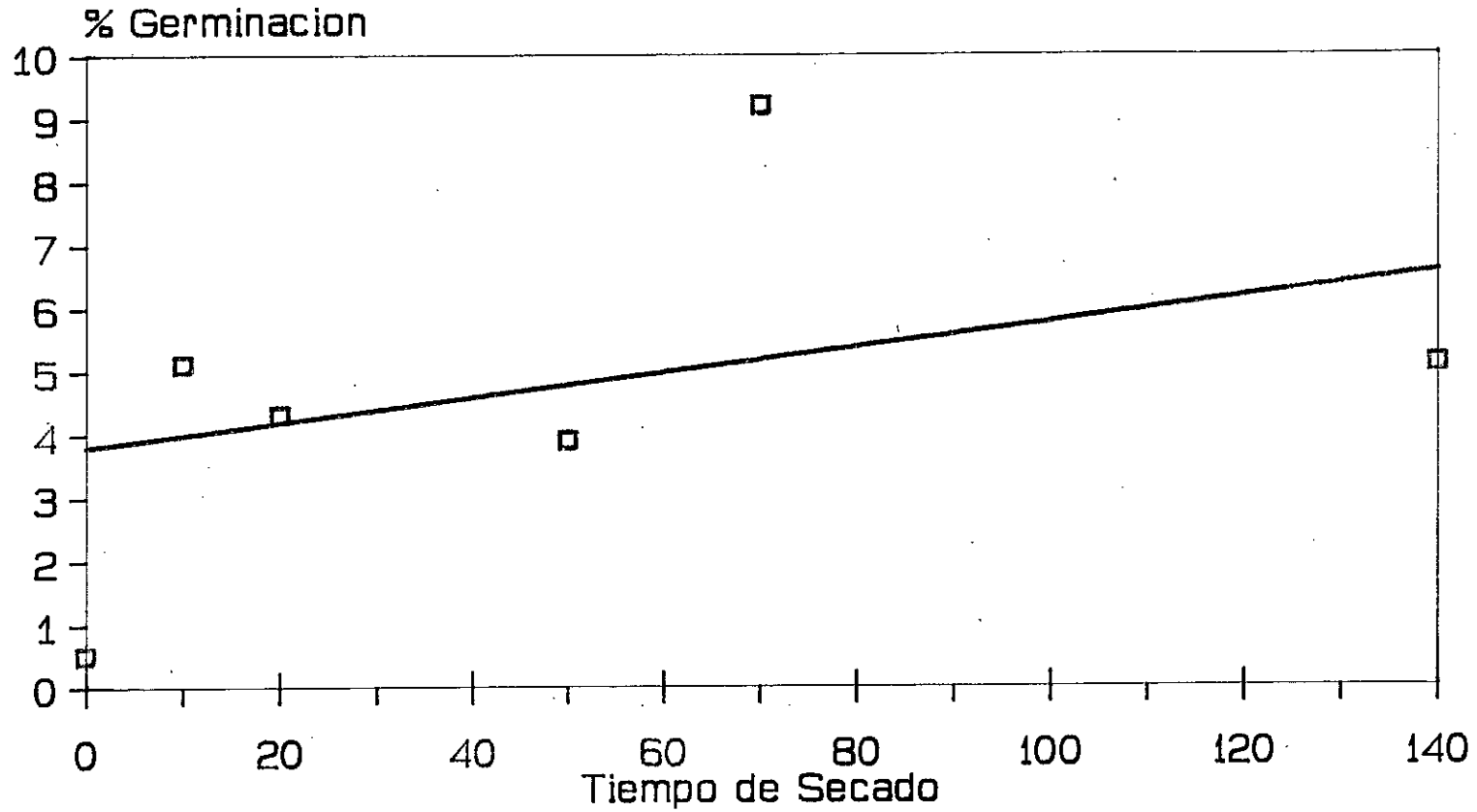
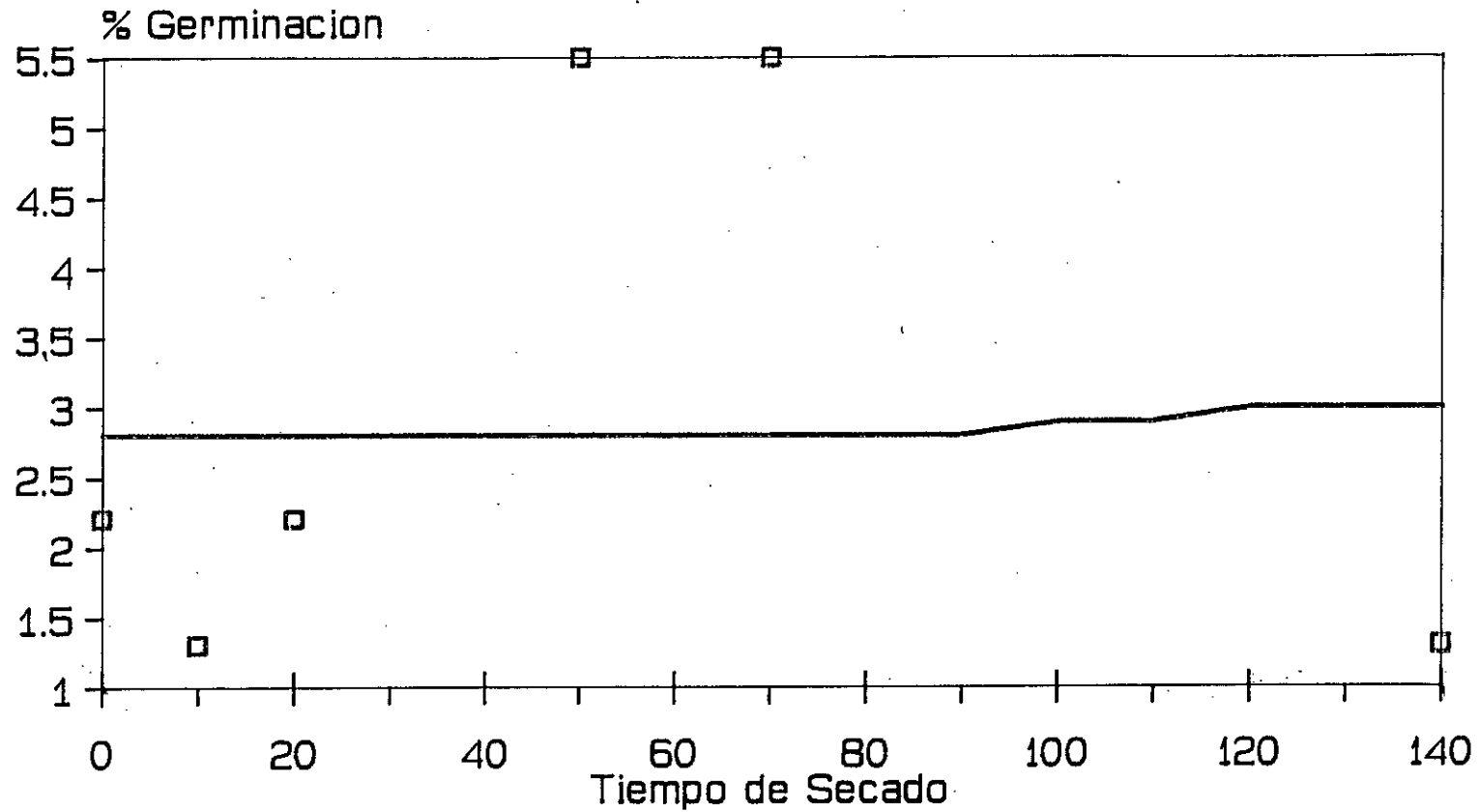


Figura 14.

### Tiempo Vs Semilla Descartada Tratamiento Fermentados



## 5. CONCLUSIONES

- La semilla de Papaya en las condiciones del ensayo demostró que es afectada tanto por la fermentación así como por el tiempo de secado.
- Bajo las condiciones del ensayo el rango de germinación de la semilla de Papaya estuvo entre los 6 - 14 días presentándose un máximo de germinación a los 10 días en la fase in vitro, y a los 14 días para la fase de germinador.
- En la fase de germinador el T7 presentó el mayor porcentaje de germinación con respecto de los restantes tratamientos.
- En la fase in vitro el T14 obtuvo el mayor porcentaje de germinación.
- A nivel global el T11 (testigo), presentó un comportamiento aceptable, si se compara con el T7 y el T14 que fueron los mejores tratamientos en la fase de



germinador y en la fase in vitro respectivamente.

- Los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo tuvieron un mejor comportamiento en la fase de germinador que en la fase in vitro.

- A nivel del ensayo los tratamientos con mucílago (T1, T2, T3, T4, T5, T6) presentaron los niveles más bajos de germinación.

- Los tratamientos que se sometieron a un proceso de secado en estufa a 42°C presentaron un comportamiento intermedio, lo cual no justifica su uso.

- La germinación de la semilla de Papaya está sujeta a factores externos e internos, puesto que la Prueba de Viabilidad (Prueba del Tetrazol) demostró que el 86,66% de la semilla evaluada tenía el embrión vivo.

- La separación por densidad de la semilla de Papaya ayuda a mejorar el porcentaje de germinación.

- El coeficiente de Velocidad de germinación (C.V.G.) es afectado por la fermentación, así como por el tiempo de secado.

## RESUMEN

El ensayo se realizó en la Granja Experimental de la Universidad del Magdalena, localizada en el Municipio de Santa Marta; la granja se encuentra ubicada a una altura de 7 m.s.n.m., con temperatura promedio de 28°C, precipitación anual de 680mm y humedad relativa de 70%.

Los objetos bajo los cuales se realizó el ensayo consistieron en determinar cuál era el mejor tratamiento para obtener el más alto porcentaje de germinación en la semilla de Papaya.

Los tratamientos a los que se sometieron las semillas fueron: semillas con mucílago y sin secar (T1), semillas con mucílago y secas a la sombra 24 horas (T2), semillas con mucílago y secas a la sombra 48 horas (T3), semillas con mucílago y secas a la sombra 72 horas (T4), semillas con mucílago y secas a la sombra 144 horas (T5), semillas con mucílago y secas en estufa a 42°C durante seis horas (T6), semillas sin mucílago y sin secar (T7), semillas

sin mucílago y secas a la sombra 24 horas (T8), semillas sin mucílago y secas a la sombra 48 horas (T9), semillas sin mucílago y secas a la sombra 72 horas (T10), semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas (T11), semillas sin mucílago y secas en estufa a 42°C durante seis horas (T12), semillas fermentadas 24 horas y sin secar (T13), semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 24 horas (T14), semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 48 horas (T15), semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 72 horas (T16), semillas fermentadas 24 horas y secas a la sombra 144 horas (T17), semillas fermentadas 24 horas y secas en estufa a 42°C durante seis horas (T18).

El tratamiento 11 se tomó como testigo teniendo en cuenta que es habitualmente realizado por los agricultores de la región.

Para efectos comparativos los tratamientos fueron ensayados en dos fases: la fase de Germinador y la fase de Umbráculo (in vitro).

Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño estadístico de bloques al azar con tres replicaciones y 54 unidades experimentales.

Los parámetros evaluados fueron porcentajes de Germinación, Viabilidad de la semilla, Coeficiente de velocidad de germinación y evaluación por Densidad.

Las medias de germinación determinaron que la fase de germinador fue de 56% y 4087% para la fase in vitro; de la misma forma los tratamientos siete (semilla sin mucílago y sin secar) con 79,89% y el T14 (semillas fermentadas y secas a la sombra 24 horas) con 87,30% fueron los mejores tratamientos en la fase de germinador e in vitro (umbráculo) respectivamente. El análisis de varianza estableció que existía diferencia significativa para los tratamientos más no para los bloques, en las dos fases.

La superior germinación de la fase de Germinador sobre la fase in vitro la determinó la baja germinación de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, de esta fase.

Los resultados arrojan un comportamiento similar de los tratamientos sin mucílago y fermentados.

A través de la Técnica de Regresión Lineal se estableció que existe una relación positiva entre el tiempo de secado y el porcentaje de germinación.

El T11 (semillas sin mucílago y secas a la sombra 144 horas) testigo obtuvo un porcentaje de 77,44% y 60,76% en la fase in vitro y germinador respectivamente, porcentajes considerados intermedios en ambas fases.

La prueba de viabilidad determinó que 86,66% de la semilla era apta para la germinación, que los T4, T7, T15, T18, con 93,33% obtuvieron los más altos índices de viabilidad.

Los análisis estadísticos determinaron que no existía diferencia significativa alguna para bloques y tratamientos. El T11 Testigo obtuvo 86,66% de viabilidad. La prueba determinó que la semilla de Papaya es potencialmente viable y que su germinación está condicionada a factores externos que para la prueba del Tetrazol (prueba de viabilidad) son superables.

El coeficiente de Velocidad de Germinación (C.V.G.) presenta 7,07 para la fase de germinador y 6,15 para la fase in vitro, presentan los tratamientos T16 con 8,56 y T15 con 10,06 los mayores coeficientes tanto para la fase de germinador como para la fase in vitro respectivamente.

El análisis de varianza estableció diferencia para los

tratamientos más no para los bloques.

El T11 Testigo obtuvo C.V.G. de 7,06 y 8,56 tanto en las fases de germinador e in vitro respectivamente. Se determinó que el tiempo de fermentación y secado afectaron significativamente el coeficiente de velocidad y germinación.

En la evaluación de semillas por densidad el 3,85% de la semilla fue descartada. El análisis de varianza estableció diferencia significativa para los tratamientos más no para los bloques. La evaluación de semilla por densidad se vio afectada por el tiempo de secado, ya que con la ayuda de la regresión lineal se encontró una estrecha relación positiva entre el tiempo de secado y el descarte de semilla. En término general se puede deducir que la separación por densidad contribuyó a mejorar la germinación de la semilla de Papaya, ya que las semillas descartadas en su mayoría eran banas o carecían algunas de embrión.

## SUMMARY

The assay was carried out on the experimental farm of the Universidad del Magdalena, situated in the municipality of Santa Marta. The farm is located at 7 m.s.n. meter height, with an average temperature of 28°C, 680 mm of annual precipitation and relative humidity of 70%.

The objectives under which this assay was carried out consisted of determining what the best treatment was to get the highest percentage of germination of the Papaya seed.

The treatments to which the seeds were subjected were as follows: seeds with mucilage and without drying (T1), seeds with mucilage and dried in shade during 24 hours (T2), seeds with mucilage and dried in shade during 48 hours (T3), seeds with mucilage and dried in shade during 72 hours (T4), seeds with mucilage and dried in shade during 144 hours (T5), seeds with mucilage and dried on

the store at 42°C during six hours (T6), seeds without mucilage and drying (T7), seeds without mucilage and drying in the shade during 24 hours (T8), seeds without mucilage and drying in the shade during 48 hours (T9), seeds without mucilage and drying in the shade during 72 hours (T10), seeds without mucilage and drying in the shade during 144 hours (T11), seeds without mucilage and dried on the store at 42°C during six hours (T12), seeds fermented during 24 hours and without drying (T13), fermented seeds during 24 hours and dried in shade during 24 hours (T14), seeds fermented during 24 hours and dried in the shade during 48 hours (T15), seeds fermented during 24 hours and dried in the shade during 72 hours (T16), seeds fermented during 24 hours and dried in the shade during 144 hours (T17), seeds fermented during 24 hours and dried on the store at 42°C during six hours (T18).

The treatment was taken as control, taking into account that it is usually carried out by farmers in the region.

For comparative effects the treatments were assayed in two phases:

The germinator phase and the in vitro phase (umbráculo).



The treatments were disposed in an statistical design of hazardous blocks (groups) with three replicas and 54 experimental units. The evaluated parameters were: germination percentajes, viability of the seeds, coefficient of velocity germination and evolution for density. The germination averages determined that the germinator phase was of 56% and 40,87% for the in vitro phase; in the some way the treatment seven (seeds without mucilage and without drying) with 79,89% and the T14 (seeds fermented and dried in the shade during 24 hours) with 87,30%, were the best treatments in the phase of the germinator and in vitro (umbráculo) respectively the variation analysis established that a significative difference existed for the treatments but not for the blocks (groups) in the two phases.

The superior germination of the germinator phase over the in vitro phase was determined by the low germination of the treatments. T1, T2, T3, T4, T5, T6, of this phases.

The results give a similar behavior (performance) to the treatments without mucilage and fermented.

Through the Linear Regressions Technique it was established that a positive relation exist between the

drying time and the percentage of germination.

The control 11 (seeds without mucilage and dried in shade during 144 hours) obtained a percentage of 77,44% and 60,76% in the in vitro phase and germinator phase respectively, percentages considered intermediate in both phases.

The viability test determined that the 86,66% of the seeds was suitable for germination that the T4, T7, T15, T18 with 93,33% obtained the highest in dexes (ratios) of viability with 93,33%. The statistical analysis determined that no significative difference existed for the blocks (groups) or treatments. The control T11 obtained 86,66% of viability. The test determined that the Papaya seed is potentially viable and that its germination is conditioned to external factors that for the Tetrazol test (viability test) are surmountable.

The coefficient in germination velocity (speed) presents 7,07 for the germinator phase or in vitro phase respectively.

The analysis of variation established the difference for the treatments not for the blocks (groups).

The control T11 obtained C.V.G. of 7,06 and 8,56 either in the germinator or in vitro phases respectively. It was determined that the fermentation time and drying affected significantly the velocity coefficient and the germination.

In seed avaluation for density, the 3,85% of seeds was rejected. The analysis of variation established the significative difference for the treatments but not for the blocks (groups). The seed evaluation for density was found a positive clos relation between the drying time and the seed rejection. Generally it can be deduced that the separation for density contributed to improve the germination of the Papaya seeds, since the rejected seeds were benol in majority or some of them were lock of embryo.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALONSO OLIVE, Raul. Observaciones sobre el cultivo de la fruta bomba (Carica papaya L.). La Habana: Estación Experimental agronómica, 1952. p.5-10.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Desarrollo y morfología de la semilla. Cali, El Centro, 1983. 30p.
3. DELOUCH, James et al. Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazol. México: Centro Regional de Ayudas Técnicas, 1971. 150p.
4. DEVLIN, Robert. Fisiología vegetal. Barcelona, Omega, 1970. 614p.
5. HARDIN, Ed. La prueba del Tetrazolio: un rápido estimativo de germinación. En: Revista Semillas. Vol.3, N°3 (sep. 1981). 15p.
6. HARTMANN, Hudson y KESTER, Dole. Propagación de plantas. México, Continental, 1964. 564p.
7. KUHN, R. and JERCHEL, D. Reduktion von tetrazolium salzen durch bakterien garende hefe and keimende samen. Deutch, Uber Invertseifen, 1941. p.91-94.
8. LAKON, G. Die anwendung meines topgraphischen tetrazolium verfahrens zur feststellung der keimfahgkeit der kern and steinobstsemen. Saatgut-wirtsch, 1949. p.51-53.
9. MARROQUIN, Amparo de. Siistemas para determinar germinación. En: Curso Sobre Producción y Tecnología de Semillas. Medellín, 1974. p.15-23.
10. MEYER, Bernard y DONALD, Anderson. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Eudeba, 1966. 578p.

11. MILLER, Erston. Fisiología vegetal. México, Uthea, 1967. 510p.
12. NAGAO, Mike and FRUTANI, Sheldon. Improving germination of papaya seed by density separation potassium nitrate and gibberelle acid. In: Hortescience. Vol.21, N°6 (jun. 1986). p.39-56.
13. POLANIA FIERRO, Flavio. Importancia de la semilla. En: Revista Semilla. Vol.13, N°1 (mar. 1988). p.1-9.
14. SALAZAR, Raul. Determinación de distancia óptima de siembra en papaya (Carica papaya L.) para la zona plana del VALLE del Cauca. En: Revista ICA. Vol.21, N°2 (abr. 1986). p.66-74.
15. TAFUR REYES, Ramiro. Selección de semilla, propagación y siembra de la papaya. Boletín de Divulgación N°52 (mar. 1979). 10p.
16. TORRES M., Rodrigo. Papaya. Contribución del Programa de Frutales. Regional N°5 ICA, 1978. p.50-85.
17. W.), James. Introducción a la fisiología vegetal. Barcelona, Omega, 1967. 490p.

**APENDICES**

Apendice 1. Analisis de varianza para los porcentajes de germinacion de la semilla de Papaya en la fase de germinador.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	43566,00	21783,00	0,5043	3,28	5,29
Tratamiento	17	49852,81	2932,51	69,2490**	1,95	2,58
Error	34	1439,79	42346,00			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

Apendice 2. Analisis de varianza para los porcentajes de germinacion de la semilla de Papaya en la fase in vitro.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	648,51	324,25	1,1478	3,28	5,29
Tratamiento	17	18912,18	1112,48	3,9380*	1,95	2,58
Error	34	9604,77	282,49			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo



Apéndice 3. Análisis de varianza para la viabilidad de la semilla de Papaya.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	533,33	266,660	1,4783	3,28	5,29
Tratamiento	17	1333,33	78,431	0,437	1,95	2,58
Error	34	6133,33	180,390			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

Apéndice 4. Análisis de varianza para los coeficientes de velocidad de germinación (C.V.G.) de la semilla de Papaya en la fase de germinador.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	0,735	0,367	1,278	3,28	5,29
Tratamiento	17	25,760	1,515	5,278 *	1,95	2,58
Error	34	9,760	0,287			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

Apéndice 5. Análisis de varianza para los coeficientes de velocidad de germinación (C.V.G.) de la semilla de Papaya en la fase in vitro.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	18,9520	9,476	2,441	3,28	5,29
Tratamiento	17	595,0260	35,000	9,018**	1,95	2,58
Error	34	131,9607	3,880			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

Apendice 6. Analisis de varianza de los valores transformados con  $x + 1$  de la Tabla 9.

Fuente	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB.	
					0,05	0,01
Bloque	2	0,046	0,023	0,090	3,28	5,29
Tratamiento	17	18,233	1,072	4,550 *	1,95	2,58
Error	34	8,016	0,235			

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

Apendice 7. Prueba de Duncan para los porcentajes de germinacion total de la semilla de Papaya en germinador para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>
AMS	17.43	17.38	17.33	17.20	17.87	16.98	16.98	16.80	16.78	16.56	16.43	16.26	16.88	15.76	15.51	15.12	14.48	
Orden $\bar{X}$	79.89	78.35	74.19	73.57	69.65	69.26	69.85	65.38	65.19	68.76	68.73	59.26	39.85	35.86	32.46	26.98	26.71	25.63
T <sub>4</sub>	25.36	54.26	48.56	47.94	44.82	43.63	43.42	39.75	39.56	35.13	35.18	33.63	19.42	9.45	6.83	1.27	1.88	8.88
T <sub>1</sub>	26.71	52.18	47.48	46.86	42.94	42.55	42.34	38.67	34.48	34.85	34.82	32.55	12.34	8.37	5.75	8.19	8.88	
T <sub>2</sub>	26.98	52.99	47.29	46.67	42.75	42.36	42.15	38.48	38.29	33.86	33.83	32.36	12.15	8.18	5.56	8.88		
T <sub>5</sub>	32.46	47.43	45.89	41.73	41.11	37.19	36.88	36.59	32.73	32.92	28.38	26.88	6.59	2.62	8.88			
T <sub>6</sub>	35.88	44.81	43.27	39.11	38.49	34.57	34.18	33.97	38.38	38.11	25.68	25.65	24.18	3.97	8.88			
T <sub>2</sub>	39.85	48.84	39.38	35.14	34.52	38.68	38.21	38.88	26.33	26.14	21.71	21.68	28.21	8.88				
T <sub>18</sub>	59.26	28.63	19.89	14.93	14.31	18.39	18.88	9.27	6.12	5.93	1.58	1.47	8.88					
T <sub>13</sub>	68.73	19.16	17.62	13.46	12.84	8.92	8.53	8.32	4.65	4.46	8.83	8.88						
T <sub>11</sub>	68.76	19.13	17.59	13.43	12.81	8.89	8.58	8.29	4.62	4.43	8.88							
T <sub>18</sub>	65.19	14.78	13.16	9.88	8.88	4.46	4.87	3.86	8.19	8.88								
T <sub>17</sub>	65.38	14.51	12.97	8.81	8.19	4.27	3.88	3.67	8.88									
T <sub>14</sub>	69.85	18.84	9.38	5.14	4.52	8.68	8.21	8.88										
T <sub>2</sub>	69.26	18.63	9.89	4.93	4.31	8.39	8.88											
T <sub>16</sub>	69.65	18.24	8.78	4.54	3.92	8.88												
T <sub>15</sub>	73.57	6.32	4.78	8.62	8.88													
T <sub>12</sub>	74.19	5.78	4.16	8.88														
T <sub>2</sub>	78.35	1.54	8.88															
T <sub>1</sub>	79.89	8.88																

Apendice B. Prueba de Duncan para los porcentajes de germinacion total de la semilla de Papaya In vitro, para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>14</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>
AMS	17.43	17.38	17.33	17.28	17.87	16.98	16.98	16.88	16.78	16.56	16.43	16.26	16.88	15.76	15.51	0.88	0.88	
Orden $\bar{x}$	87.38	88.53	77.44	78.18	68.88	68.89	54.88	49.99	49.91	47.41	41.19	36.58	4.31	3.29	2.38	1.62	0.88	0.88
T <sub>4</sub>	0.88	87.38	77.44	78.18	68.88	68.89	54.88	49.99	49.91	47.41	41.19	36.58	4.31	3.29	2.38	1.62	0.88	0.88
T <sub>6</sub>	0.88	87.38	77.44	78.18	68.88	68.89	54.88	49.99	49.91	47.41	41.19	36.58	4.31	3.29	2.38	1.62	0.88	
T <sub>5</sub>	1.52	85.68	78.91	75.82	68.48	67.26	59.22	52.46	48.37	48.29	45.78	39.57	34.88	2.69	1.67	0.76	0.88	
T <sub>1</sub>	2.88	84.92	78.15	75.86	67.72	66.58	58.46	51.78	47.61	47.53	45.83	38.81	34.12	1.93	0.91	0.88		
T <sub>6</sub>	3.29	84.81	77.24	74.15	66.81	65.59	57.55	58.79	46.78	46.62	44.12	37.98	33.21	2.83	0.88			
T <sub>5</sub>	4.31	82.99	76.22	73.13	65.79	64.57	56.59	49.77	45.68	45.68	43.89	36.88	32.19	0.88				
T <sub>7</sub>	36.58	58.88	44.83	48.94	33.68	32.38	24.34	17.58	13.49	13.41	18.91	4.69	0.88					
T <sub>10</sub>	41.19	46.11	39.34	36.25	28.91	27.69	19.65	12.89	8.88	8.72	6.22	0.88						
T <sub>8</sub>	47.41	39.89	33.12	38.83	22.69	21.47	13.43	6.67	2.58	2.58	0.88							
T <sub>13</sub>	49.91	37.39	38.62	27.53	28.19	18.97	18.93	4.17	0.88	0.88								
T <sub>9</sub>	49.99	37.91	38.54	27.45	28.11	18.89	18.85	4.89	0.88									
T <sub>16</sub>	54.88	33.22	26.45	23.36	16.82	14.84	6.76	0.88										
T <sub>17</sub>	68.88	26.46	19.69	16.68	9.26	8.84	0.88											
T <sub>12</sub>	68.88	18.42	11.65	8.56	1.22	0.88												
T <sub>15</sub>	78.18	17.28	18.43	7.34	0.88													
T <sub>11</sub>	77.44	9.86	9.89	0.88														
T <sub>13</sub>	88.53	6.77	0.88															
T <sub>14</sub>	87.38	0.88																

Apendice 9. Prueba de Duncan para los porcentajes de germinacion de la prueba de viabilidad para para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>2</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>17</sub>	
AMS	35.90	35.02	35.74	35.59	35.51	35.36	35.20	34.97	34.79	34.50	34.19	33.00	33.49	32.72	32.25	31.40	31.40		
Orden $\bar{x}$	93.33	93.33	93.33	93.33	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66	80.00	80.00	73.3
T <sub>17</sub>	73.33	20.00	20.00	20.00	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	6.67	6.67	0.00
T <sub>10</sub>	80.00	13.33	13.33	13.33	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	0.00	0.00	
T <sub>4</sub>	80.00	13.33	13.33	13.33	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	0.00	0.00	
T <sub>15</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>14</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>13</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>12</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>11</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>9</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>8</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>6</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>5</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>3</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>1</sub>	86.66	6.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T <sub>12</sub>	93.33	0.00	0.00	0.00	0.00														
T <sub>13</sub>	93.33	0.00	0.00	0.00	0.00														
T <sub>7</sub>	93.33	0.00	0.00	0.00															
T <sub>2</sub>	93.33	0.00	0.00																

Apendice 10. Prueba de Duncan para el coeficiente de velocidad de germinacion de la semilla de Papaya en la fase de germinador para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>16</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>3</sub>	
AMS	1.43	1.42	1.42	1.41	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.36	1.34	1.33	1.30	1.28	1.25	1.20		
Orden $\bar{x}$	6.56	6.46	7.73	7.40	7.40	7.40	7.20	7.20	7.10	7.06	6.80	6.80	6.76	6.50	6.30	6.30	6.30	5.90	
T <sub>9</sub>	5.90	2.66	2.56	1.83	1.50	1.50	1.50	1.30	1.30	1.26	1.16	0.90	0.90	0.86	0.60	0.40	0.40	0.40	0.00
T <sub>8</sub>	6.30	2.26	2.16	1.43	1.10	1.10	1.10	0.90	0.90	0.80	0.76	0.50	0.50	0.46	0.20	0.00	0.00	0.00	
T <sub>1</sub>	6.30	2.26	2.16	1.43	1.10	1.10	1.10	0.90	0.90	0.80	0.76	0.50	0.50	0.46	0.20	0.00	0.00		
T <sub>2</sub>	6.30	2.26	2.16	1.23	1.10	1.10	1.10	0.90	0.90	0.80	0.76	0.50	0.50	0.46	0.20	0.00			
T <sub>4</sub>	6.50	2.06	1.96	0.97	0.90	0.90	0.90	0.70	0.70	0.60	0.56	0.30	0.30	0.26	0.00				
T <sub>10</sub>	6.76	1.80	1.64	0.93	0.64	0.64	0.64	0.44	0.44	0.34	0.30	0.04	0.04	0.04	0.00				
T <sub>12</sub>	6.80	1.76	1.66	0.93	0.60	0.60	0.60	0.40	0.40	0.30	0.26	0.00	0.00						
T <sub>12</sub>	6.80	1.76	1.66	0.67	0.60	0.60	0.60	0.40	0.40	0.30	0.26	0.00							
T <sub>11</sub>	7.06	1.50	1.40	0.63	0.34	0.34	0.34	0.14	0.14	0.04	0.00								
T <sub>5</sub>	7.10	1.46	1.36	0.53	0.30	0.30	0.30	0.10	0.10	0.00									
T <sub>7</sub>	7.20	1.36	1.26	0.53	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00										
T <sub>8</sub>	7.20	1.36	1.26	0.33	0.00	0.20	0.20	0.00											
T <sub>9</sub>	7.40	1.16	1.06	0.33	0.00	0.00	0.00												
T <sub>14</sub>	7.40	1.16	1.06	0.33	0.00	0.00													
T <sub>17</sub>	7.40	1.16	1.06	0.33	0.00														
T <sub>15</sub>	7.73	0.83	0.73	0.00															
T <sub>10</sub>	6.46	1.19	0.00																
T <sub>16</sub>	6.56	0.00																	



Apendice 11. Prueba de Duncan para el coeficiente de velocidad de germinacion de la semilla de Papaya en la fase In vitro para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>15</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>0</sub>	
AMS	5.26	5.25	5.24	5.22	5.20	5.18	5.16	5.12	5.09	5.06	5.01	4.95	4.91	4.79	4.73	4.61	4.42		
Orden $\bar{x}$	10.06	9.56	9.46	8.76	8.73	8.56	7.78	7.63	7.26	7.23	7.10	6.88	5.53	3.66	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00
T <sub>4</sub>	0.00	10.06	9.56	9.46	8.76	8.73	8.56	7.78	7.63	7.26	7.23	7.10	6.88	5.53	3.66	2.68	0.00	0.00	0.00
T <sub>5</sub>	0.00	10.06	9.56	9.46	8.76	8.73	8.56	7.78	7.63	7.26	7.23	7.10	6.88	5.53	3.66	2.68	0.00	0.00	0.00
T <sub>6</sub>	0.00	10.06	9.56	9.46	8.76	8.73	8.56	7.78	7.63	7.26	7.23	7.10	6.88	5.53	3.66	2.68	0.00	0.00	0.00
T <sub>7</sub>	2.68	7.46	6.96	6.86	6.16	6.13	5.96	5.18	5.03	4.66	4.63	4.50	4.28	2.93	1.86	0.00			
T <sub>8</sub>	3.66	6.48	5.98	5.88	5.18	5.07	4.98	4.84	3.97	3.68	3.57	3.44	3.14	1.87	0.00				
T <sub>9</sub>	5.53	4.53	4.03	3.93	3.23	3.20	3.03	2.17	2.10	1.73	1.70	1.57	1.27	0.00					
T <sub>10</sub>	6.88	3.26	2.76	2.66	1.96	1.93	1.76	0.98	0.83	0.46	0.43	0.30	0.00						
T <sub>11</sub>	7.10	2.96	2.46	2.36	1.66	1.63	1.46	0.68	0.53	0.16	0.13	0.00							
T <sub>12</sub>	7.23	3.48	2.33	2.23	1.53	1.50	1.33	0.47	0.40	0.03	0.00								
T <sub>13</sub>	7.26	2.88	2.38	2.28	1.58	1.47	1.38	0.44	0.37	0.00									
T <sub>14</sub>	7.63	2.43	1.93	1.83	1.13	1.10	0.93	0.07	0.00										
T <sub>15</sub>	7.78	2.36	1.86	1.76	1.06	1.03	0.86	0.00											
T <sub>16</sub>	8.56	1.58	1.08	0.98	0.28	0.17	0.00												
T <sub>17</sub>	8.73	1.33	0.83	0.73	0.03	0.00													
T <sub>18</sub>	8.76	1.33	0.83	0.76	0.00														
T <sub>19</sub>	9.46	0.68	0.18	0.00															
T <sub>20</sub>	9.56	0.58	0.08																
T <sub>21</sub>	10.06	0.00																	

Apendice 12. Prueba de Duncan para la densidad en porcentaje para cada uno de los tratamientos.

	T <sub>15</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>14</sub>		
AMS	1.29	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.18	1.16	1.13	1.08		
Orden $\bar{x}$	3.28	3.11	2.52	2.49	2.41	2.36	2.35	2.28	2.28	2.14	1.76	1.76	1.66	1.55	1.55	1.48	1.29	1.26	
T <sub>14</sub>	1.26	2.02	1.85	1.26	1.23	1.15	1.18	1.89	1.82	1.82	0.88	0.58	0.58	0.48	0.29	0.29	0.14	0.03	0.00
T <sub>1</sub>	1.29	1.99	1.82	1.23	1.28	1.12	1.07	1.86	0.99	0.99	0.85	0.47	0.47	0.37	0.26	0.26	0.11	0.00	
T <sub>13</sub>	1.48	1.88	1.71	1.12	1.09	1.01	0.96	0.95	0.88	0.88	0.74	0.36	0.36	0.26	0.15	0.15	0.00		
T <sub>2</sub>	1.55	1.73	1.56	0.97	0.94	0.86	0.81	0.88	0.73	0.73	0.59	0.21	0.21	0.11	0.00	0.00			
T <sub>3</sub>	1.55	1.73	1.56	0.97	0.94	0.86	0.81	0.88	0.73	0.73	0.59	0.21	0.21	0.11	0.00				
T <sub>12</sub>	1.66	1.62	1.45	0.86	0.83	0.75	0.78	0.69	0.62	0.62	0.48	0.18	0.18	0.00					
T <sub>8</sub>	1.76	1.52	1.35	0.76	0.73	0.65	0.68	0.59	0.52	0.52	0.38	0.00	0.00						
T <sub>15</sub>	1.76	1.52	1.35	0.76	0.73	0.65	0.22	0.59	0.52	0.52	0.38	0.00							
T <sub>10</sub>	2.14	1.14	0.97	0.38	0.35	0.27	0.88	0.21	0.14	0.14	0.00								
T <sub>5</sub>	2.28	1.88	0.82	0.24	0.21	0.13	0.88	0.87	0.88	0.88									
T <sub>9</sub>	2.28	1.88	0.82	0.24	0.21	0.13	0.81	0.87	0.88										
T <sub>4</sub>	2.35	0.93	0.76	0.17	0.14	0.06	0.86	0.00											
T <sub>2</sub>	2.36	0.92	0.75	0.16	0.13	0.05	0.88												
T <sub>16</sub>	2.41	0.87	0.78	0.11	0.08	0.00													
T <sub>16</sub>	2.49	0.79	0.62	0.03	0.00														
T <sub>17</sub>	2.52	0.76	0.59	0.00															
T <sub>11</sub>	3.11	0.17	0.00																
T <sub>15</sub>	3.28	0.00																	