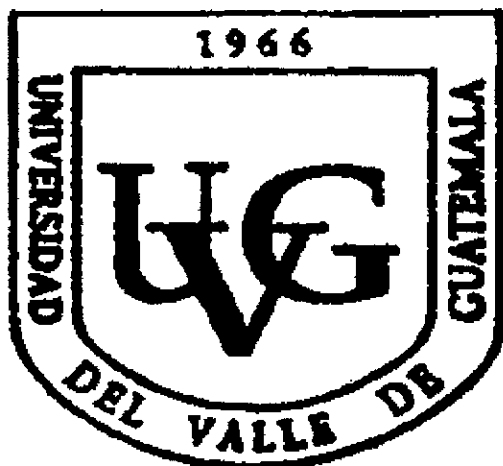


PREVENCIÓN DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL POR
MEDIO DE UN
RECUBRIMIENTO DE ACEITE SATURADO

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería de Alimentos



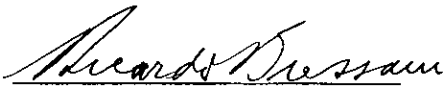
PREVENCIÓN DEL ENDURECIMIENTO DEL FRIJOL POR
MEDIO DE UN
RECUBRIMIENTO DE ACEITE SATURADO

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

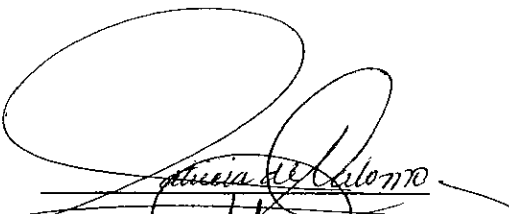
por
Johanna Clarissa Garoz Motta

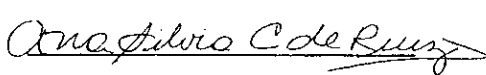
Guatemala
1997


Vo.Bo.:

(f) 
Doctor Ricardo Bressani
Asesor

Tribunal:

(f) 
Licda. Patricia Palacios de Palomo

(f) 
Licda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 
Dr. Ricardo Bressani

Fecha de aprobación: 12 de Agosto de 1997

A DIOS

A mi Madre

Stella Marina Motta Rivera

A mi Padre

Francisco Benjamín Garoz Cabrera

A mi Esposo

Gamaliel Giovanni Zambrano Ruano

A mis Hermanos

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diseño del Experimento	25
2. Efectos del Almacenamiento del frijol con Tratamiento de Aceite a diferentes Temperaturas y Humedades Relativas sobre los parámetros indicados	32
3. Efectos del Almacenamiento del frijol sin Tratamiento de Aceite a diferentes Temperaturas y Humedades Relativas sobre Los parámetros indicados	33
4. Cambios en Tiempo de cocción, Absorción de Agua, Porcentaje de Germinación, Daño por insectos y Humedad en el Grano de Frijol Tratado con y sin Aceite y Almacenado con Humedad Relativa controlada	42

LISTA DE GRAFICOS

Figura	Página
1. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental sobre el Tiempo de Cocción	35
2. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental sobre la Absorción de Agua del Grano de Frijol	37
3. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental sobre el Porcentaje de Germinación	39
4. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental sobre el Porcentaje de Humedad en el grano de Frijol	41
5. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Controlada sobre el Tiempo de Cocción	44
6. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Controlada sobre la Absorción de Agua del Grano de Frijol	46
7. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Controlada sobre el Porcentaje de Germinación	48
8. Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Controlada sobre el Porcentaje de Humedad en el grano de Frijol	50
9. Tiempo de Cocción vrs. Tiempo de Almacenamiento	51
10. Porcentaje de Germinación vrs. Tiempo de Almacenamiento	52
11. Porcentaje de Germinación vrs. Tiempo de Cocción	53
12. Porcentaje de Humedad en grano vrs. Tiempo de Almacenamiento	54
13. Porcentaje de Humedad en grano vrs. Aplicación de Aceite	55
14. Porcentaje de Absorción de Agua vrs. Tiempo de Almacenamiento	56
15. Porcentaje de Absorción de Agua vrs. Tiempo de Cocción	57
16. Porcentaje de Germinación vrs. Aplicación de Aceite	58
17. Porcentaje de Daño por Insectos vrs. Tiempo de Almacenamiento	59
18. Porcentaje de Daño por Insectos vrs. Aplicación de Aceite	60
19. Porcentaje de Humedad del grano vrs. Temperatura y Porcentaje de Humedad Relativa	61
20. Porcentaje de Absorción de Agua vrs. Temperatura de Almacenamiento	62
21. Porcentaje de Humedad en grano vrs. Tiempo de Almacenamiento vrs. Aplicación de Aceite	63
22. Porcentaje de Absorción de Agua vrs. Tiempo de Almacenamiento vrs. Aplicación de Aceite	64
23. Porcentaje de Germinación vrs. Tiempo de Almacenamiento vrs. Aplicación de Aceite	65
24. Porcentaje de Daño por Insectos vrs. Tiempo de Almacenamiento vrs. Aplicación de Aceite	66

INDICE

	Páginas
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	2
III. ANTECEDENTES	3
A. Cultivo del Frijol	3
B. Concepto de Calidad en los Granos	3
1. Calidad del Grano de Frijol común	4
2. Componentes de la Calidad del grano de frijol común	4
3. Efectos del Procesamiento	5
4. Cocción Húmeda	5
5. Mecanismo de cocción	6
6. Cambios en Inhibidores enzimáticos y taninos	7
7. Otros Cambios	8
8. Efecto en la Calidad de la proteína	8
C. Características de Aceptabilidad	9
1. Aspectos Físicos	9
D. Frijol Endurecido	9
1. Mecanismos	10
2. Efectos del Almacenamiento sobre la Calidad del frijol	11
3. Estabilidad durante el Almacenamiento del frijol	
Endurecido	12
E. Factores Nutricionales	12
1. Atributos Positivos	12
a. Atributos positivos relacionados con la nutrición	12
1) Contenido de Aminoácidos esenciales	13
2) Complementación de la proteína	13
b. Atributos positivos relacionados con la salud	14
2. Atributos Negativos	14
a. Factores Antinutricionales	14
b. Biodisponibilidad de nutrientes	15
F. Alternativas Tecnológicas para Minimizar el endurecimiento del Frijol durante su Almacenamiento	16
1. Bajas Temperaturas y/o Baja Humedad	16
2. Tratamiento térmico a corto tiempo	16
3. Tratamiento con solución salina	17

4. Precocci3n del grano	17
G. Eficacia de Diferentes Aceites Vegetales como Protectores contra Insectos en los Granos	18
IV. OBJETIVOS	20
V. HIPOTESIS	21
VI. MATERIALES	22
VII. METODOS	22
A. Tiempo de Cocc3n determinado por Evaluaci3n sensorial	22
VIII. PLAN DE ESTUDIO	23
A. Procedimiento	23
B. Estadística	24
Experimento # 1	25
Experimento # 2	25
IX. RESULTADOS Y DISCUSION	26
A. Muestras Almacenadas a 5°C, 22°C y 35°C y Humedad Relativa ambiental	26
B. Muestras Almacenadas a Humedad relativa controlada Y a dos temperaturas (22-25°C) y (30-35°C)	28
C. Efecto de las Variables Independientes sobre Variables Dependientes	29
X. CONCLUSIONES	67
XI. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXO	71
A. Tabla No. 1	72
B. Cálculos Estadísticos	73

RESUMEN

Uno de los granos básicos en la alimentación de nuestro país es el frijol y este se consume preparado de diferentes maneras. Es por la importancia de este grano que debe encontrarse maneras de solucionar los problemas que este presenta. Debido a esto se hizo este estudio de investigación en donde se trata de prevenir uno de estos problemas, el endurecimiento del grano. El endurecimiento del grano provoca el aumento en el tiempo de cocción, lo cual hace el proceso mas costoso, pues se necesita mayor energía y muchas veces aunque haya pasado mucho tiempo en cocción, el grano no puede consumirse pues aún está duro.

En este estudio se recubrió el grano con una capa de aceite de palma para ver si se prevenía o al menos se disminuía el endurecimiento del frijol. Se utilizó esta técnica ya que en investigaciones previas realizadas en India se había recubierto diferentes granos con aceites comestibles para evitar el daño por insectos. Se encontró en estas investigaciones que, en efecto, el recubrimiento de aceite protegía el grano contra el daño por insectos.

Los resultados de nuestra investigación mostraron que el recubrimiento de aceite si disminuye el daño por insectos pero no disminuye significativamente el endurecimiento o aumento en el tiempo de cocción del grano de frijol.

I. INTRODUCCION

Durante muchos años el frijol ha sido una parte esencial en la dieta de la mayoría de la población guatemalteca y por lo tanto, es importante estudiar los problemas que éste presenta y la forma de evitarlos o solucionarlos.

Uno de los problemas que el frijol enfrenta es el endurecimiento al cabo de algún tiempo de almacenamiento y debido a este endurecimiento el tiempo de cocción se ve afectado, aumentándose. Debido a que el proceso de cocción consume energía, al verse este aumentado, el consumo de energía requerido también aumenta. Este hecho afecta al consumidor nacional sea este de escasos recursos o no, pues necesitará consumir mayor energía para la cocción aunque aun no quedara bien cocido. Este aumento en el consumo de energía aumenta también el precio del producto final que se está consumiendo.

Es por esta razón que se debe buscar una manera de reducir el endurecimiento del frijol para así poder alargar la vida útil de este, disminuir el tiempo de cocción y el consumo de energía.

II. JUSTIFICACION

El frijol común es un alimento tradicional en la dieta de muchos países de América Latina. Este grano aporta cantidades significativas de proteína y de energía traducida en calorías. Es por esto que cualquier esfuerzo que se haga para aumentar la disponibilidad de este grano básico en la alimentación es de gran importancia.

El almacenamiento del frijol provoca cambios en las características físicas tales como endurecimiento y tiempo de cocción principalmente, composición química y calidad proteínica de la semilla. La magnitud de estos cambios esta muy relacionada a las condiciones de almacenaje y estos han sido los principales factores que afectan la disponibilidad física del frijol a través del año. El fenómeno de endurecimiento del frijol es un problema que afecta a todos los consumidores de este producto y aún a los propios productores, pues parte de su cosecha es rechazada. Además, el consumo energético se ve aumentado muchas veces en el doble, debido a que el tiempo de cocción aumenta.

Es por esta razón que el estudio de este problema es importante, y así encontrar un elemento que contrarreste el endurecimiento del frijol o que por lo menos lo retarde considerablemente y así proveer de una solución al problema tanto del productor como del consumidor.

III. ANTECEDENTES

A. Cultivo del frijol

El nombre científico del frijol es Phaseolus vulgaris y éste es un grano básico de gran importancia en América Latina. Este es una planta anual que pertenece a la familia de las leguminosas. Dependiendo de la variedad, alcanza diferentes alturas, clasificándose en tipos arbustivos y trepadores. El frijol posee un sistema radicular bien desarrollado, integrado por una raíz principal y varias secundarias ramificadas en la parte superior cercana a la superficie del suelo, el tallo es delgado y débil. Existen diferentes variedades de frijol entre las cuales están: Turrialba, Ipala-72, Cuilapa-72, San Pedro Pinula-72, y otras (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1986).

El frijol se adapta a diferentes zonas climáticas, cálidas, templadas y frías y a diferentes alturas, comprendidas entre 0 y 2,750 metros sobre el nivel del mar. Este requiere un pH del suelo entre 5.3 y 6.8. Se adapta a diferentes condiciones de suelo pero este debe tener un alto contenido de materia orgánica, ser profundos y bien drenados para evitar que la raíz se pudra, pues es muy susceptible (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1986).

B. Concepto de calidad en los granos

La calidad de los granos, específicamente del frijol común (Phaseolus vulgaris), es muy importante debido a que es la fuente principal de proteína en las áreas rurales de nuestro país y países de Centro América (Bressani, 1993).

La calidad de los granos incluye varios atributos relacionados con la tecnología de producción y post-cosecha, así como con las propiedades físicas químicas, nutricionales y tecnológicas del grano, las cuales no necesariamente están relacionadas unas con otras, ni con el rendimiento. Sin embargo, la medición de estas características es difícil pues no están bien definidas, por lo tanto se debe identificar primero las características y definir las en términos físicos, químicos, tecnológicos y nutricionales para poder tener una metodología adecuada para cuantificarlos (Bressani, 1993).

1. Calidad del grano de frijol común

En la tabla No. 1 se describen algunas de las características de calidad en el frijol común. El productor desea obtener el mayor rendimiento de su cosecha para poder llevarlo al mercado a un buen precio. Durante el almacenaje, este desea tener granos que sean resistentes a ataques de insectos, que mantengan el color y que no desarrollen o desarrollen lentamente el fenómeno de endurecimiento. El consumidor desea tener un grano que se hidrata rápidamente, que necesita poco tiempo de cocción y que tenga buen sabor, textura y un caldo espeso (Bressani, 1993).

2. Componentes de la calidad de grano del frijol común

La calidad del grano está compuesta por tres grandes áreas, estas son: rendimiento, aceptabilidad del consumidor y valor nutricional. De todas las características de aceptabilidad, sin duda, la más importante es el tiempo de cocción, luego están el color y la viscosidad del caldo de cocción, el tamaño

de partícula y color del producto. Para aplicaciones industriales es importante que el frijol se mantenga íntegro después del cocimiento (Bressani, 1993).

Los factores nutricionales se clasifican en positivos y negativos, algunos de estos factores muchas veces son ignorados por el consumidor. Los factores positivos son aquellos relacionados con la nutrición como: alto nivel de concentración de proteína conteniendo altas cantidades de lisina; alto contenido de metionina, que es el aminoácido limitante en las legumbres; alto contenido de fibra dietética. Los factores negativos se agrupan en dos: factores antinutricionales y factores negativos relacionados con la nutrición. Los factores antinutricionales incluyen inhibidores de enzimas, hemaglutininas, factores que causan flatulencia, taninos, saponinas y ácido fítico. Los factores relacionados con la nutrición incluyen baja digestibilidad de carbohidratos y proteínas, deficiencia de aminoácidos azufrados y fibra dietética (Bressani, 1993).

3. Efectos del procesamiento

La calidad nutricional de las legumbres ha sido importante para científicos nutricionistas y en alimentos, la razón principal es porque estos contienen relativamente grandes cantidades de inhibidores de enzimas y otras sustancias antifisiológicas que interfieren con la biodigestibilidad de los nutrientes (Bressani, 1993).

El procesamiento térmico de las legumbres destruye las sustancias antifisiológicas sin embargo, este puede dañar la calidad nutricional de éstas si las condiciones del proceso no están bien definidas y controladas. Por lo tanto en la evaluación del valor nutricional de las legumbres debe considerarse la composición química así como las condiciones utilizadas para el proceso. A pesar de que la razón principal de el procesamiento es para obtener un grano mas suave para el consumo, los efectos van mas allá de los cambios físicos de

estructura y textura e incluyen la inactivación de factores tóxicos sin disminuir el valor nutritivo (Bressani, 1993).

4. Cocción húmeda

El método más común para preparar frijol para consumo es cocinándolo en exceso de agua para permitir su hidratación. Existen varias formas o métodos de cocción, y puede hacerse a presión atmosférica o en una olla de presión y los frijoles pueden ser enteros secos, remojados o descascarados. También se han utilizado sales para remojar los granos para un cocimiento más rápido. Todo el objetivo de los diferentes procesos es reducir al máximo el tiempo de cocción. Los frijoles previamente remojados tienen un tiempo de cocción menor, al igual que los descascarados, en comparación con los frijoles enteros (Bressani, 1993).

Otro de los procesos es enlatado, pero se utiliza más en los países desarrollados (Molina et al, 1982).

5. Mecanismo de cocción

Es importante conocer los mecanismos físicos y químicos que se llevan a cabo durante la cocción. La hidratación de los granos es importante; además de que suaviza la semilla, el agua participa en reacciones químicas, transferencia de calor y también químicos como la desnaturalización de la proteína y la gelificación del almidón. El agua pasa por tres estructuras físicas: 1. cáscara; 2. la lamela media, que está entre la cáscara y el cotiledón y 3. la pared celular que mantiene a la célula agrupada. No todas las variedades de frijol muestran patrones iguales de hidratación, pero la más común tiene una rápida elevación del contenido de agua al inicio y llega a una meseta al finalizar la hidratación. El paso del agua a través de la superficie del grano está obstaculizado inicialmente por la cáscara. El valor de hidratación se ve aumentado por el uso de agua caliente, presión y vacío, así como aditivos. La

absorción se ve afectada mayormente por el grosor de la cáscara y el tamaño del "hilum" u ojo del frijol, pero también se ha reportado que el contenido de taninos afecta de una forma negativa (Bressani, 1993).

La segunda barrera que encuentra el agua en la penetración a la célula es la lamela media (middle lamella), la cual se rompe en la cocción y es parcialmente responsable por el ablandamiento de la semilla. Durante la cocción cambia la solubilidad de las pectinas removiendo iones calcio que interactúan con estas. El ácido fítico siendo un agente quelante, se difunde de la célula durante la cocción y luego de pasar la pared celular remueve cationes divalentes, lo que da como resultado la solubilización de la lamela media (Bressani, 1993).

6. Cambios en inhibidores enzimáticos y taninos

Las legumbres son conocidas por contener relativamente altas cantidades de inhibidores de enzimas y compuestos tóxicos, de los cuales la mayoría se inactivan durante el procesamiento. Los inhibidores de tripsina se reducen la cocción a presión atmosférica, baja presión y enlatado. Durante la cocción a presión atmosférica por 90 minutos se reducen en un 100 % y en 30 minutos bajo presión. Esta misma inactivación se lleva a cabo para las hemaglutininas. Las lectinas se inactivan luego de 15 minutos de cocción a presión atmosférica y 7.5 minutos bajo presión. Los inhibidores de amilasa son inactivados también por calor pero parecen ser mas resistentes que los factores antinutricionales (Bressani, 1993).

Los compuestos tánicos en el frijol común son substancias estables al calor que afectan la utilización de los nutrientes contenidos en los frijoles. El contenido de taninos puede observarse en el color del grano; los frijoles rojos tienen mayor cantidad que los negros y estos a su vez contienen mayor cantidad que los frijoles blancos. Se ha visto que con la cocción el contenido

polifenolico disminuye, pues parte se diluye en el caldo. La otra parte es la que esta unida a las proteínas haciéndolas no disponibles al ataque enzimático (Bressani, 1993).

7. Otros cambios

Aunque las legumbres son mejor conocidas por la proteína y sustancias antifisiológicas, incluyendo oligosacaridos y azucares que producen flatulencia, también son buenas fuentes de calcio, fósforo, hierro y potasio; y de tiamina, riboflavina y niacina (Bressani, 1993).

Durante la cocción con agua, se tiene conocimiento que existen perdidas de varios de estos minerales y vitaminas. Algunos científicos han encontrado en el frijol común que existen perdidas de sólidos de 8-10.3%. Estas perdidas se ven afectadas por la variedad del grano, tiempo de cocción, tamaño del grano y otros factores. Los sólidos perdidos contenían cantidades relativamente altas de proteína y cenizas, especialmente potasio (Bressani, 1993).

8. Efecto en la calidad de la proteína

Es difícil establecer el efecto del método de cocción convencional en la calidad de la proteína. Sin embargo, si se asume que todos los factores antinutricionales han sido inhibidos, no importando si la cocción se hace a presión atmosférica o no, la cocción en agua mejora la calidad de la proteína (Bressani, 1993).

C. Características de aceptabilidad

En la mayoría de los países subdesarrollados la población mayoritaria depende de la disponibilidad y acceso a los alimentos básicos. En

Latinoamérica la dieta en la mayoría de los grupos o poblaciones es alta en cereales y alimentos con alto contenido de almidón como plátano. En Guatemala, el maíz provee el 65% de la ingesta de calorías diarias y el 53% de la ingesta de proteína. Sabemos que la proteína suplementaria principal en esta dieta se deriva del frijol común que provee 19% de la proteína diaria ingerida. Sin embargo, la proporción óptima debe ser 7/3 en peso. Lograr que se consuma esta proporción esta en manos únicamente del propio consumidor, pues es quien determina finalmente las cantidades que consume y que grano es aceptable o no (Bressani, 1993).

1. Aspectos físicos

Estos están asociados a la aceptación del consumidor e incluyen: color, tamaño, forma y brillantez de la cáscara. Los autores Bressani, Elías y Flores (Bressani et al., 1973) confirmaron la preferencia por el frijol negro en Guatemala, aunque también se consume frijol colorado o rojo. Esta preferencia cambia de país en país. Otra característica física es el tamaño, este se mide en peso; y la aceptabilidad de tamaño varía de país en país y muchas veces de región en región en un mismo país. La preferencia en Guatemala es el consumo del frijol negro pequeño. Otro aspecto es la brillantez del grano que para el consumidor denota calidad y la suavidad del grano. Las características del grano cocido son suavidad en la cocción, sabor, color y la viscosidad del caldo (Bressani, 1993).

D. Frijol endurecido

Esta característica ha sido muy estudiada por años. Este fenómeno produce perdidas importantes post-cosecha, gran consumo de energía y grano que es inaceptable por el consumidor. Además de esto por el tiempo que se

utiliza para la cocción, el valor nutricional de la proteína disminuye por las pérdidas de metionina y lisina (Bressani, 1993).

El endurecimiento en el frijol común puede originarse por diferentes causas. Los granos que no absorben agua en un tiempo razonable (18 – 20 horas) se llaman legumbres con cáscara dura. Los granos que son capaces de absorber agua pero no se suavizan aunque estén totalmente hidratados y cocidos son llamados difíciles de cocer o endurecidos. Existen por lo menos tres formas de desarrollar este fenómeno: ajustando la humedad del grano, aumentando la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa; almacenándolo en sacos de papel, tela o plástico sin ajustar la humedad del grano; y sometiéndolo a un buffer de acetato a pH 4.0 – 4.1. Sin embargo, las condiciones no están bien identificadas. Todos los métodos producen el mismo fenómeno pero podrían existir diferencias básicas en el mecanismo (Bressani, 1993).

1. Mecanismos

El defecto de difícil cocción se caracteriza en su textura por la restricción de ablandamiento de los cotiledones en la cocción. Se cree que este es el resultado de cambios en el complejo lamela media/pared celular que inhibe la separación de la célula. De acuerdo con esta teoría, existe deficiencia de fitatos para quelar cationes divalentes en los pectatos de la lamela media, haciendo esta estructura resistente al ablandamiento por calor. El fitato no puede cumplir su función por ser degradado enzimáticamente por fitasa, la cual es activada probablemente por condiciones elevadas de almacenamiento. La penetración del agua en el cotiledón es de gran importancia para la separación y permite que se lleven a cabo la transferencia de calor, gelificación de almidón y la desnaturalización de la proteína. En los granos endurecidos el agua no penetra completamente las células del cotiledón debido a barreras desarrolladas durante el almacenamiento, estas barreras pueden producirse por reacciones

enzimáticas o no enzimáticas. Este fenómeno también podría producirse por varias reacciones en cadena al lado de la función del ácido fítico. El contenido de proteína lignificada con el tiempo de almacenamiento a 25 C y 70% de humedad relativa aumenta, existiendo una correlación significativa entre la textura del frijol cocido y el contenido de proteína lignificada. La lignificación inicial podría incluir un enlace cruzado de la pared celular por la formación de complejos lignina/proteína. La iniciación de la deposición de lignina podría estar asociada con complejos pectina/fenol en la lamela media proveyendo de sitios para el proceso de oxidación. Respecto a esto se ha mostrado que el contenido de taninos disminuye en frijol rojo y negro durante el almacenamiento. En las esquinas de la célula, paredes secundarias y lamela media del frijol endurecido se deposita mayor cantidad de dióxido de magnesio producido por material fijo de permanganato de potasio. Este proceso se da durante la lignificación del tejido vegetal. La apariencia laminada del material de la pared celular del frijol endurecido sugiere ser el resultado de la deposición de celulosa, un proceso que ocurre previo a la lignificación. Bressani y otros investigadores (Bressani, 1993) encontraron un aumento en los valores de hemicelulosa y lignina en los frijoles almacenados a 4 C. La condición de endurecimiento en los frijoles puede ser el resultado de más de un mecanismo.

2. Efectos del almacenamiento sobre la calidad del frijol

Se sabe que los frijoles almacenados a temperaturas elevadas y con un alto contenido de humedad tienden a desarrollar cierta dureza o un tiempo de cocción mucho mayor que cuando se almacenan a temperaturas bajas y con un bajo contenido de humedad. Observando las curvas de equilibrio de humedad del frijol se ve que este necesita una atmósfera con un 30 – 40 % de humedad relativa para mantener al grano con un 10% de humedad. Una de las formas para mantener la humedad es teniendo bodegas

equipadas con controles de humedad relativa y que tengan una temperatura de almacenaje que permita la conservación de la calidad del grano, en otras palabras, equipos de enfriamiento. Sin embargo, esta tecnología es muy costosa y poco adecuada a nivel rural en nuestro país (Molina et al., 1982)

3. Estabilidad durante el almacenamiento de frijol endurecido

Varios métodos han sido propuestos para mejorar la estabilidad del frijol almacenado. Estos se basan en la inhibición de la actividad enzimática o en procesos que revierten el mecanismo fitato-cación (Bressani, 1993).

Para aumentar la estabilidad durante el almacenamiento también se han utilizado otros procesos como: calor, irradiación, etc. Se observó que no todos los frijoles endurecen a la misma velocidad, es por esto que se pensó que el cultivar tenía influencia pero luego se observó que más que el cultivar, influenciaba el lugar o terreno donde se había sembrado (Bressani, 1993).

En el presente, almacenar el frijol con 12 –14% de humedad y a temperatura baja y baja humedad relativa parece ser la manera más eficiente de mantener la calidad de cocción del frijol (Bressani, 1993).

E. Factores nutricionales

1. Atributos positivos

a. Atributos positivos relacionados con la nutrición

Las legumbres en general y los frijoles comunes en particular, contienen altos niveles de proteína relativamente. Este varía de 17% a 39.4% de proteína cruda.

La variación en el contenido de proteína puede deberse tanto a factores genéticos o ambientales, no se tiene una explicación exacta aun. Del total de nitrógeno, el frijol común contiene de 8.3 – 14.5% de nitrógeno no proteico.

La fraccionación de la proteína indica que el frijol común contiene albúminas, globulinas, prolaminas, y glutelinas, siendo las más abundantes las globulinas que representan un 75% de la proteína total, las albúminas el 15% y las glutelinas el 10%. también existen pequeñas cantidades de proteínas solubles en soluciones 60% agua-etanol. Las albúminas son mas ricas en lisina que las globulinas, así como en total de aminoácidos azufrados (Bressani, 1993).

1) Contenido de aminoácidos esenciales

Las proteínas de los frijoles son ricas fuentes de lisina (6.7-7.2g/16g N). Este es uno de los atributos nutricionales más importantes de los frijoles. Sin embargo, estos son deficientes en aminoácidos azufrados metionina y cisteina, los cuales determinan la calidad de la proteína en las legumbres. Existe una correlación negativa entre la proteína total y los aminoácidos lisina y azufrados. Esto significa que si aumentamos la proteína total, los aminoácidos azufrados y lisina disminuyen, por lo que no podemos mejorar la calidad de la proteína aumentando el contenido de proteína, a menos que al aumentar la proteína total aumentaran las albúminas o aumentaran las proteínas ricas en aminoácidos azufrados. Por lo tanto es preferible disminuir el contenido de proteína a 18% y 20%, mientras los niveles de lisina y aminoácidos azufrados se mantienen lo cual da como resultado una proteína de mejor calidad (Bressani, 1993).

2) Complementación de Proteína

Se conoce que el valor nutricional de las legumbres y de los cereales se complementan y suplementan. Conforme aumenta la

contribución de proteína del frijol, mejora la calidad de la proteína de los cereales. Para la mezcla maíz/frijol la proporción es 50/50 o sea 50% de proteína dietética se deriva del maíz y 50% del frijol. Esta proporción corresponde a 30 partes de frijol y 70 partes de maíz en peso. Este efecto ha sido explicado en base a dos aminoácidos: lisina y metionina. El aumento en la calidad proteica cuando se agrega proteína de frijol en mayores cantidades que proteína de cereal se debe a la contribución de lisina. Cuando llega al máximo, la metionina se torna el aminoácido limitante, lo cual aumenta si se agrega más proteína de frijol a la mezcla.

b. Atributos positivos relacionados con la salud

Se ha encontrado que el consumo de frijol es beneficioso para la salud, pues existe un aumento en la rapidez de flujo intestinal y disminuyen los niveles de colesterol. También han encontrado que después de la ingesta de legumbres los niveles de azúcar en la sangre disminuyeron. Todos estos beneficios se relacionan al alto contenido de fibra dietética en los granos. La fibra dietética consiste en remanentes de células vegetales resistentes a la hidrólisis de enzimas digestivas en el ser humano. Se compone principalmente de celulosas, hemicelulosas, pectinas, lignina, oligosacaridos indigeribles y gomas. El consumo de legumbres puede tener un impacto en enfermedades como cáncer en el colón y recto, apendicitis, del corazón, cálculos renales y diabetes; enfermedades que se ligan a una dieta baja en fibra dietética (Bressani, 1993).

2. Atributos negativos

a. Factores antinutricionales

Los frijoles, así como otras legumbres contienen sustancias antifisiológicas, las cuales son tóxicas para el ser humano. Los más importantes son inhibidores de tripsina, quimotripsina y amilasa, hemaglutininas, taninos, ácido fítico y saponinas. Los oligosacaridos que producen flatulencia podrían ser incluidos entre los factores antinutricionales presentes en las legumbres (Bressani, 1993)

b. Biodisponibilidad de nutrientes

Los niveles de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) en los frijoles es bajo y además de esto la digestibilidad de la proteína del frijol es baja por lo que se disminuye la disponibilidad de estos aminoácidos. Aunque se suplementarla metionina, la digestibilidad de la proteína no mejoraría, solamente la calidad de la proteína. Los valores de digestibilidad de proteína en el frijol negro son de 60% a 89% en base a la digestibilidad de valina y lisina respectivamente (Bressani, 1993)

Otro aminoácido limitante en algunos granos es el triptófano. La digestibilidad de este aminoácido (33%) es un poco mayor que el de valina - que es de 29%.

La digestibilidad de proteína de los frijoles blancos es mayor que la del frijol negro o rojo (Bressani, 1993).

Se ha encontrado que el contenido de taninos en el frijol disminuye la digestibilidad de la proteína y que el procesamiento con calor aumenta la digestibilidad de la proteína debido a la inactivación de los inhibidores enzimáticos y de otros factores antinutricionales.

F. Alternativas tecnológicas para minimizar el endurecimiento del frijol durante su almacenamiento

Estos son los métodos que se han utilizado hasta el momento:

1. Bajas temperaturas y/o baja humedad

Esta fue una de las primeras tecnologías para mantener la calidad del frijol almacenado, usando temperaturas de +/- 4°C y humedades del grano de 10% o menos. Sin embargo, su aplicación a nivel rural es difícil (Molina et al, 1982).

2. Tratamiento Térmico a corto tiempo

El tratamiento térmico a corto tiempo del frijol recién cosechado era suficiente para disminuir el endurecimiento, aunque este fuera almacenado a 25°C y 70% de humedad relativa hasta por nueve meses (Molina et al, 1982).

Los autores Molina, Baten et al. Notifican que la dureza del grano cocido al ser almacenado por el tiempo citado a 4°C, es estadísticamente igual a la de los granos recién cosechados tratados por diez minutos a vapor o dos minutos en retorta, sin agregar agua y almacenados a 25°C y 70% de humedad relativa. Los granos no tratados, almacenados por el mismo período de tiempo y mismas condiciones mostraron tener una mayor dureza significativamente mayor al ser puestos en cocción. Esto muestra la efectividad del tratamiento térmico a corto tiempo al minimizar el endurecimiento. Con este tratamiento no se está afectando la calidad proteínica del grano. Estos mismos autores no encontraron correlación entre la capacidad de absorber agua y el endurecimiento, pero sí encontraron una correlación significativa

estadísticamente con el contenido de proteína lignificada del cotiledón y el endurecimiento del grano cocido (Molina et al, 1982).

3. Tratamiento con soluciones salinas

Observando la correlación anterior, se cree que esta proteína puede formar complejos con compuestos de tipo fenólico durante el almacenaje y que esto afecta el aumento en tiempo de cocción. También podría estar involucrada en la formación de estos complejos la enzima polifenoloxidasa del grano. Debido a que la sal común es inhibidor de esta enzima se hizo pruebas con solución salina para observar el efecto que producía. Estos autores (Molina et al) encontraron que el tratamiento salino disminuyó significativamente el endurecimiento del grano cocido así como el incremento del tiempo de cocción debido al almacenamiento. Este tratamiento también es efectivo para el control de insectos por ser un preservante alimenticio (Molina et al, 1982).

4. Precocción del grano

Otra forma viable es la cocción del grano recién cosechado y el cual luego se seca. Se ha demostrado que al aumentar el tiempo de precocción el endurecimiento por almacenamiento disminuye (Molina et al, 1982).

G. Eficacia de diferentes aceites vegetales como protectores contra insectos en los granos

En la India un cultivo importante son las diferentes legumbres. Existen pérdidas sustanciales por el ataque de insectos durante el almacenamiento y la utilización de pesticidas sería vital para evitar estas pérdidas por almacenamiento. Sin embargo, estos químicos son dañinos para el hombre y la ley no permite mezclarlos con el grano ya almacenado. Se hizo un estudio con el grano, recubriéndolo con una capa de diferentes tipos de aceites. Los aceites comestibles utilizados fueron de maní, cártamo, girasol, mostaza, ajonjolí, palma y maíz; a su vez los no comestibles fueron aceites vegetales de neem, karanj y de ricino. Estos se utilizaron en diferentes concentraciones, las cuales fueron 0.5%, 0.75% y 1% como máximo. El aceite se disolvió en éter de petróleo y luego se trataron las semillas en el aceite por 15 minutos, luego se almacenaron en bolsas de polietileno. Se introdujeron en ellas adultos de gorgojos y se tomaron muestras a intervalos de 33, 66 y 100 días. Se tomó el porcentaje de peso perdido a los 38 días de sacar los insectos. Los efectos fueron positivos pues se observó que en los granos tratados la aparición de los insectos fue menor que en las muestras control. El recubrimiento de aceite si afectó la deposición de huevos de los insectos sobre la cáscara del grano, disminuyendo así el crecimiento de los mismos. Las diferencias en concentración si tuvieron una influencia en el resultado pues a mayor concentración menor cantidad de insectos, esto no incluye el aceite de neem. También disminuyó la pérdida de peso; conforme aumentó la concentración, disminuyó la pérdida de peso en el grano. Se observó también que el recubrimiento de aceites vegetales no afectó la germinación del grano.

En base a lo anterior, se asume que el recubrimiento de aceite en el grano utilizado en estas investigaciones, además de protegerlo contra el deterioro por causa de insectos, evita el intercambio de agua tanto del exterior

al interior del grano y viceversa. Esto mantiene una condición estable que probablemente permita que el grano no se endurezca.

IV. OBJETIVOS

Generales

- Disminuir el endurecimiento del frijol durante el almacenamiento.
- Proveer de un método viable para disminuir el endurecimiento del frijol durante el almacenamiento.

Específicos

- Disminuir el endurecimiento del frijol durante el almacenamiento utilizando un recubrimiento de aceite.
- Disminuir el consumo energético en la cocción del frijol.
- Disminuir la cantidad de producto de rechazo por endurecimiento durante el almacenamiento.

V. HIPOTESIS

El endurecimiento del frijol durante el almacenamiento se puede disminuir recubriendo el grano con una capa de aceite saturado.

VI. MATERIALES

- frijol recién cosechado
- Aceite de coco o palma
- Agua destilada
- Beakers
- Estufa
- Balanza analítica (precisión 0.1mg)
- Desecador
- Cristalería

VII. METODOS

A. Tiempo de cocción determinado por evaluación sensorial

Es el tiempo necesario para que el frijol tenga las condiciones de textura requeridas para ser consumido como alimento.

Procedimiento:

1. Agregar a un beaker (600 ml) 300 ml de agua y poner a calentar hasta ebullición. Agregar los frijoles y dejar hervir.
2. Cada cierto tiempo remover varios granos del agua hirviendo y hacer prueba sensorial. Esta prueba se puede hacer de dos formas:
 - a. Oprimiendo el grano de frijol entre el dedo índice y pulgar.

- b. Mordiéndolo el grano con los dientes incisivos y oprimiéndolo entre la lengua y el paladar.
3. Conforme la ebullición continua, la textura del cotiledón cambia de una sensación granular áspera a una sensación granular suave. Si estos continúan en ebullición más del tiempo óptimo la textura sigue cambiando. Cuando este se sobrecrece la sensación granular suave cambia a pastosa.
4. Reportar como tiempo de cocción cuando la textura es granular suave.

VIII. PLAN DE ESTUDIO

A. Procedimiento

1. Recubrimiento de 5- 10 libras de frijol de reciente cosecha en 1% de aceite de palma africana.
2. Almacenamiento del grano – muestras de 100 gramos. Ver diseño del experimento No. 1 y experimento No. 2 en los cuadros siguientes.

Se hacen análisis de:

- Germinación

En este análisis se tomarán 10 granos de cada muestra y se colocarán en un petri con un algodón húmedo. Estos se pondrán en un lugar apto para la germinación de las plantas. Luego se obtendrá el porcentaje de

germinación que sería el número de semillas germinadas entre el número total y esto multiplicado por 100.

- Tiempo de cocción
- Absorción de agua

Este análisis se hará tomando el peso de los granos de frijol ya cocidos y luego deshidratándolos para poder obtener la cantidad de agua que absorbieron durante la cocción.

B. Estadística

El análisis estadístico a utilizar en esta investigación será análisis de varianza, debido a que se tienen varios factores o variables independientes y con diferentes niveles o grados de intensidad. El objetivo de este análisis es identificar las variables independientes importantes en la investigación y determinar como interactúan y afectan la respuesta.

Cuadro # 1 Diseño del Experimento

Experimento No. 1

Tiempo (meses)	Grano sin Aceite			Grano con Aceite		
	5°C	22°C	35°C	5°C	22°C	35°C
	50-51% HR	70-73% HR	70-75% HR	50-51% HR	70-73% HR	70-75% HR
0	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
1	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
2	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
3	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
4	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100

* Simulando condiciones ambientales del productor y comerciante de frijol.

Experimento No. 2

Tiempo (meses)	Grano sin Aceite				Grano sin Aceite			
	35°C	22°C	35°C	22°C	35°C	22°C	35°C	22°C
	75% HR	75% HR	50% HR	50% HR	75% HR	75% HR	50% HR	50% HR
0	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
2	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100
4	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100	100/100/100

IX. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Muestras almacenadas a 5°C, 22°C, y 35°C y Humedad relativa ambiental

Los datos de tiempo de cocción, absorción de agua después de la cocción del grano, el porcentaje de germinación, granos dañados por insectos y humedad inicial del grano de frijol almacenado a 5°C, 22°C y 35°C se describen en el cuadro No. 1. Los valores iniciales fueron los siguientes: el tiempo de cocción fue de 87 minutos, la absorción de agua al finalizar la cocción fue de 59-62%, no había granos dañados por insectos, la germinación fue de 87-97% y la humedad inicial del grano fue de 12%.

Los cuadros No. 1 y No. 2 resumen los datos de las muestras de frijol con y sin aceite, almacenados por 4 meses a temperaturas de 5°C, 22°C y 35°C y diferentes humedades relativas. Con respecto al tiempo de cocción (Fig. 1), el tratamiento del frijol con aceite se comporto prácticamente igual al frijol sin aceite a las diferentes temperaturas de almacenamiento. Sin embargo, el tiempo de cocción aumentó del 3er al 4to mes para las muestras almacenadas a 22°C y del 2do al 4to mes para las que fueron almacenadas a 35°C.

La figura 2 muestra el porcentaje de absorción de agua al finalizar la cocción de las muestras de frijol sin y con recubrimiento de aceite durante los 4 meses de almacenamiento. Esta fue prácticamente la misma observada en la muestra original, e independiente del tiempo de cocción la absorción de agua al finalizar la cocción no fue afectada. así mismo, el recubrimiento con aceite no influyó en los resultados. Los datos referentes al efecto sobre germinación se encuentran en la figura No. 3. Los datos parecen indicar que el tratamiento con aceite afectó la germinación a todas las temperaturas de almacenamiento.

Así mismo, el tiempo tiene algún efecto que fue más evidente a 35°C de almacenamiento.

Con respecto a daños por insectos el cuadro No. 1 muestra un pequeño incremento a mayor tiempo de almacenamiento y mayor temperatura en los granos tratados con aceite, lo cual fue mucho mayor cuando el grano no fue tratado con aceite.

Finalmente, el cuadro No. 1 (Fig. 4) muestra que los granos de frijol perdieron agua durante el almacenamiento y el tratamiento con aceite no influyó en los resultados.

Análisis estadístico (Anexo 1A, 1B, 1C y 1D)

Los resultados del análisis estadístico con respecto al tiempo de cocción indico que este no fue afectado a un almacenamiento el grano a 5°C, pero si a temperaturas de 22° y 35°C. El tratamiento con aceite no influyó sobre el tiempo de cocción y solo a 22°C la interacción aceite x tiempo de almacenamiento fue significativa.

El análisis estadístico de la absorción de agua después de la cocción indico diferencias no significativas en el almacenamiento a 5° y 35°C pero si a 22°C, lo cual es difícil de explicar. El tratamiento con aceite no tuvo ninguna influencia estadística significativa como tampoco la interacción de aceite x tiempo de almacenamiento.

El análisis estadístico sobre los efectos de tiempo de almacenamiento y tratamiento con aceite sobre el porcentaje de germinación, indican efectos significativos por tiempo de almacenamiento a 5° y 3° y por aceite a 22°C. No hubo interacción significativa entre tratamiento con aceite y tiempo de almacenamiento.

La humedad del grano fue afectada significativamente por el tiempo de almacenamiento a 5°, 22° y 35°C, mientras que el tratamiento con aceite solo

afecto en el grado a 5° y a 35°C. se encontró un efecto significativo para la interacción aceite x tiempo de almacenamiento solo a 5° y 22°C.

B. Muestras almacenadas a humedad relativa controlada y a dos temperaturas (22°-25°C) y (30°-35°C)

Los resultados de esta parte del estudio se describen en el cuadro No. 3. Con respecto al tiempo de cocción, indicados en la figura No. 5, a 22°C de almacenamiento, aumento a los 4 meses tanto a 50% de HR como a 75% de HR siendo el aumento mayor en este último caso. Aparentemente el recubrimiento del frijol con aceite no influyó en los resultados. La absorción de agua al finalizar la cocción (fig. 6) no fue afectada ni por la temperatura de almacenamiento y HR ni por el recubrimiento del grano con aceite. Sin embargo, el porcentaje de germinación se vio afectado por la temperatura, la HR y probablemente por el recubrimiento del frijol con aceite, como se muestra en la figura No. 7.

Los granos de frijol almacenados en esta parte del estudio no fueron afectados por los insectos en ninguna de las condiciones establecidas. Esto fue debido, posiblemente, a que los granos estaban protegidos por los recipientes utilizados para mantener la humedad relativa controlada. La figura No. 8 muestra que la humedad del grano de frijol disminuyó con el tiempo tanto a 50% como a 75% de HR y a las dos temperaturas.

Análisis estadístico (Anexo 2A, 2B, 2C y 2D)

El tiempo de almacenamiento pero no el tratamiento con aceite del grano de frijol fue estadísticamente significativo en el grano almacenado a 22°C y 50% y 75% HR, así como a 35°C y a 50% y 75% HR. Así mismo, no hubo interacción entre el tratamiento con aceite y las condiciones de almacén.

El análisis estadístico de absorción de agua al finalizar la cocción fue significativo estadísticamente al almacenar el grano a 22°C y 50% HR, pero no en los otros tratamientos. No hubo interacción entre condiciones de almacenamiento y tratamiento con aceite.

El porcentaje de germinación fue estadísticamente significativo en el tratamiento de HR de 75% a 35°C y no hubo interacción.

El análisis estadístico indicó que la humedad del grano después del almacenamiento fue estadísticamente significativa para el tiempo de almacenamiento para todos los tratamientos, pero no hubo efectos debido al tratamiento con aceite o debido a la interacción tiempo de almacenamiento x aceite.

C. Efecto de las variables independientes sobre variables dependientes.

Haciendo uso de todos los datos derivados de todos los tratamientos, se relacionaron las variables independientes con los parámetros evaluados. La Fig. No. 9 muestra que el tiempo de cocción del frijol aumentó de 0 a 4 meses de almacenamiento, lo cual se esperaba, ya que muchos otros estudios han indicado que si las condiciones de almacenamiento no son completamente adecuadas el tiempo de cocción aumenta. Es de interés observar en la figura No. 10 que el porcentaje de germinación del frijol disminuyó con respecto al tiempo de almacenamiento. Esto sugiere que el endurecimiento observado durante los 4 meses como se indicó en la figura No. 9 afectó el sistema bioquímico de germinación. Este efecto principió a ser significativo a los 2 meses de almacenamiento. Como consecuencia de esto se vio una relación inversa entre el porcentaje de germinación y el tiempo de cocción como se observa en la figura No. 11. Una posible causa de la pérdida en germinación pudo haber sido la pérdida de humedad del grano durante el almacenamiento (fig. 12), sin embargo, no es la única causa, ya que las muestras de 1 y 4

meses de almacenamiento mostraron un porcentaje de germinación de 87-88% y 66-67%, respectivamente. Es importante hacer notar que en las investigaciones anteriores hechas en la India no se había reportado cambio en el porcentaje de germinación, sin embargo nosotros si tuvimos un cambio. Por otro lado, las muestras de 2 y 3 meses de almacenamiento cambiaron alrededor de 10% de humedad pero los porcentajes de germinación fueron 76-77% y 68-69%, respectivamente. Es de interés indicar que el recubrimiento con aceite no evitó la pérdida de agua del grano de frijol, lo cual es difícil de explicar a menos que el agua saliera por el microfilo, estructura que por su posición en el grano no haya sido revestida por el aceite. En todo caso el aceite sí contribuyó en una pequeña pero no significativa parte a la retención del agua como se muestra en la figura No. 13. La absorción de agua al finalizar la cocción fue mayor al finalizar los 4 meses de almacenamiento (fig. 14) y parece que existe una relación directa con el tiempo de cocción (fig. 15). El aceite que recubrió el grano tuvo un efecto significativo en el porcentaje de germinación (fig. 16). De nuevo, este efecto es difícil de explicar ya que el aceite redujo la pérdida de agua (fig. 13) del grano.

Finalmente, la figura No. 17 muestra que el daño por insectos del grano del frijol fue mayor al finalizar el tiempo de almacenamiento. Es de interés mostrar que el aceite protegió al grano de frijol contra el ataque de insectos (fig. 18), lo cual ya había sido establecido por otras investigaciones (Khaire et al, 1992).

El porcentaje de humedad en el grano se mantuvo constante con respecto a la temperatura de almacenamiento (fig. 19) y esta afectó en forma visible a la absorción de agua después de la cocción (fig. 20). Otras relaciones están indicadas en las figuras No. 21, NO. 22, No. 23, y NO. 24. De estas, las de mayor interés son el efecto sobre germinación (fig. 23) vrs. Tiempo de almacenamiento con y sin tratamiento de aceite, en donde se nota que el aceite

sin influyó sobre la germinación. Por el contrario, el tratamiento con aceite (fig. 24) redujo significativamente el daño por insectos.

Cuadro #2 Efectos del Almacenamiento del frijol con Tratamiento de Aceite a Diferentes Temperaturas y Humedades Relativas sobre los Parámetros Indicados.

DATOS PROMEDIO DE GRANO CON ACEITE															
Mes de Almacenaje	Tiempo de Cocción (min.)			% Absorción de Agua			% de Germinación			% Daño por Insectos			% Humedad del Grano		
	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%
0	---	87	---	---	62	---	---	87	---	---	0	---	---	12	---
1	82	85	85	63	63	61	83	80	83	0	0	0	9	8	8
2	85	87	94	63	63	62	67	67	83	0	0	1	10	10	11
3	85	87	100	63	63	62	50	57	57	0	0	6	10	10	10
4	87	98	113	63	65	64	73	73	47	0	0	8	9	9	8

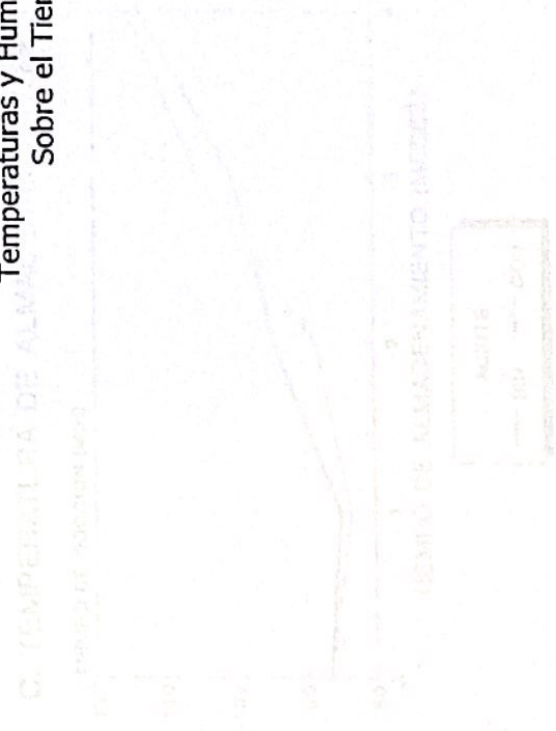
Cuadro #3 Efectos del Almacenamiento del frijol sin Tratamiento de Aceite a Diferentes Temperaturas y Humedades Relativas sobre los Parámetros Indicados.

DATOS PROMEDIO DE GRANO SIN ACEITE															
Mes de Almacenaje	Tiempo de Cocción (min.)			% Absorción de Agua			% de Germinación			% Daño por Insectos			% Humedad del Grano		
	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%	50-51%	70-73%	75%
0	---	87	---	---	59	---	---	97	---	---	0	---	---	12	---
1	85	82	83	65	63	60	87	93	100	0	3	13	6	7	7
2	87	80	88	63	62	63	667	97	87	0	3	8	10	11	10
3	90	90	105	63	64	64	77	90	57	0	4	27	10	11	9
4	85	103	115	62	65	63	93	83	43	0	8	35	7	8	7

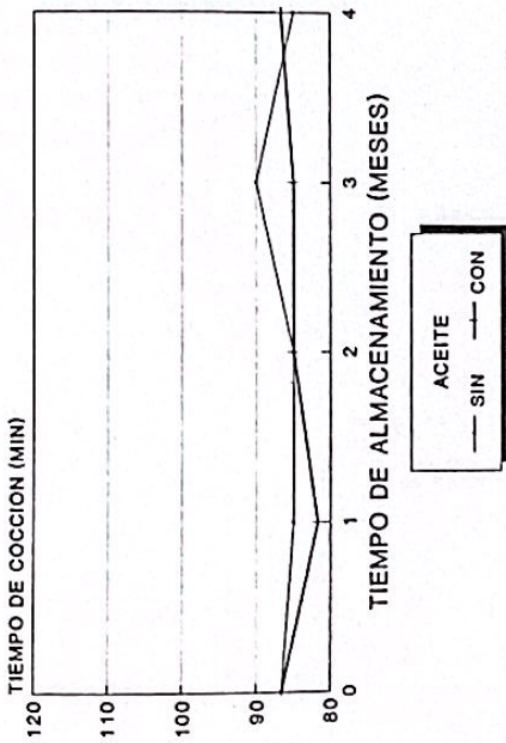


Figura No. 1

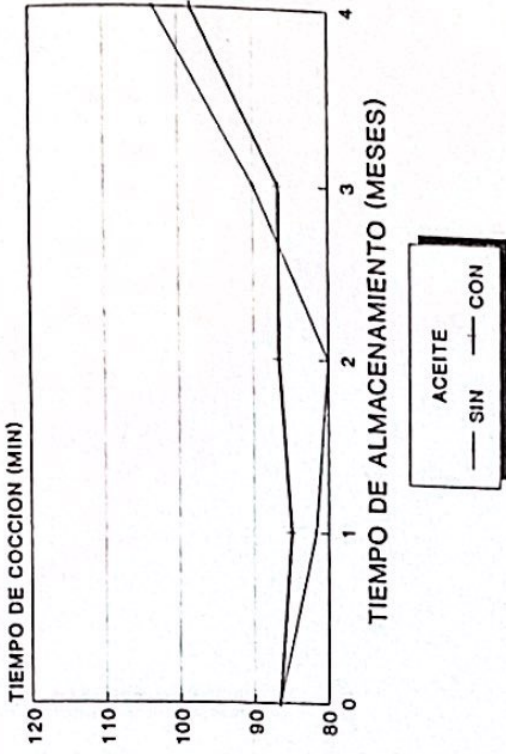
Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental Sobre el Tiempo de Cocción



A. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 5 C



B. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C



C. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35

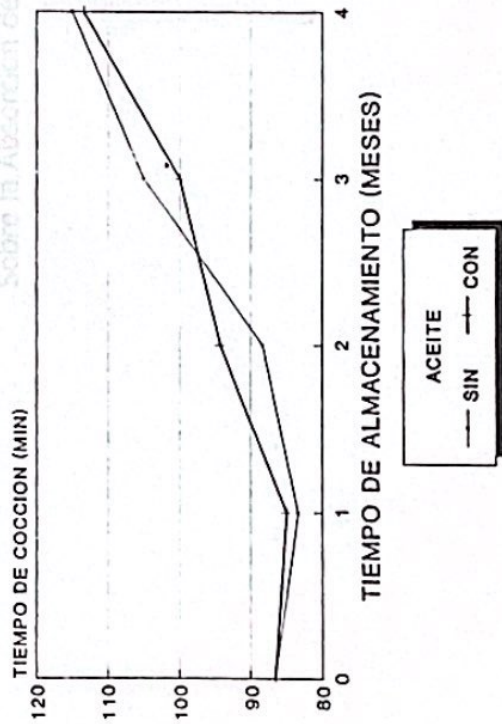


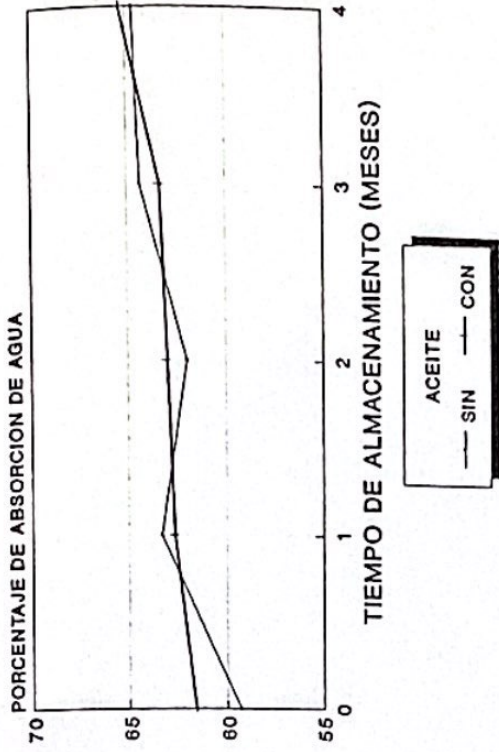
Figura No. 2

Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas (5°C, 22°C y 35°C) sobre la Absorción de Agua del Grano de Frijol

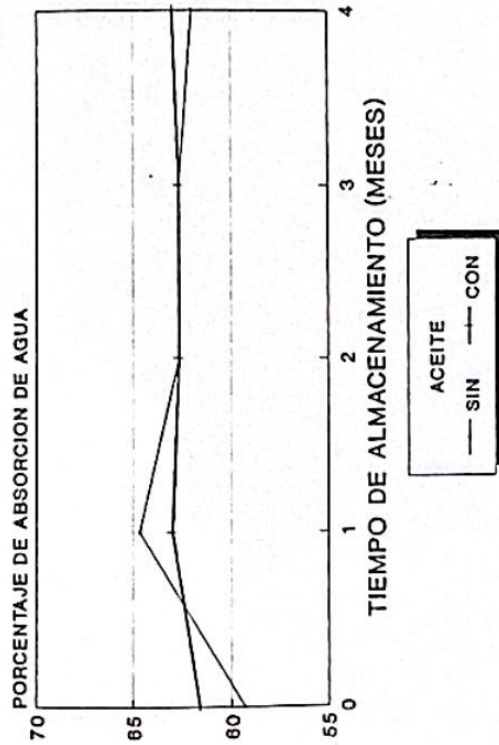
Figura No. 2

Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental
Sobre la Absorción de Agua del Grano de Frijol

B. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C



A. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 5 C



C. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35 C

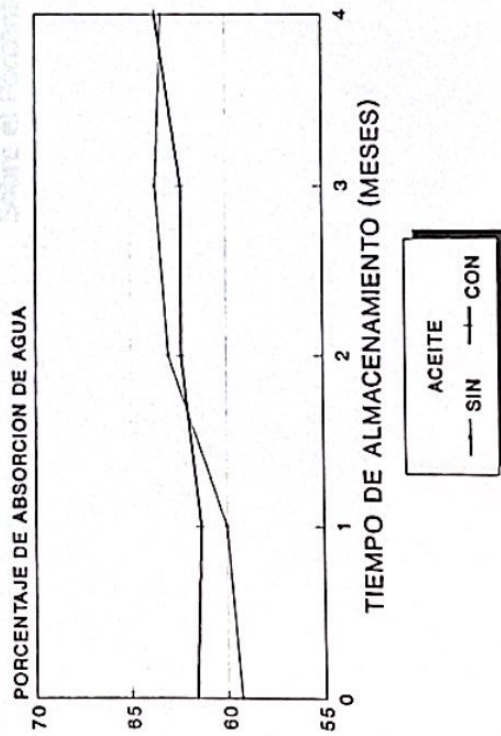
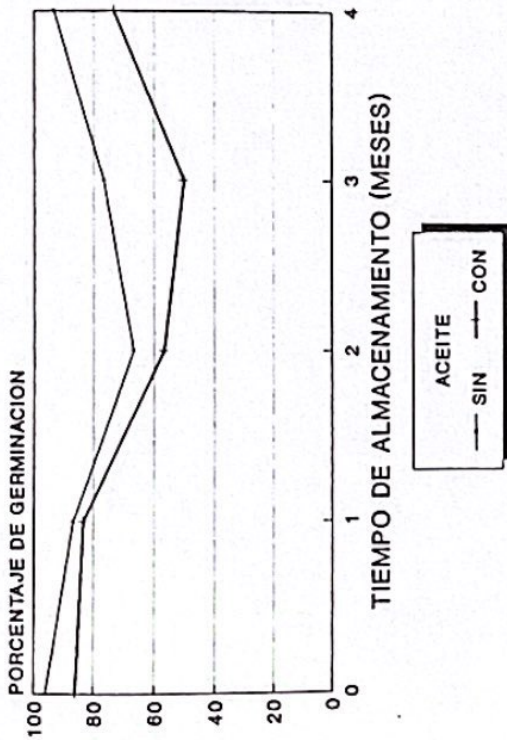


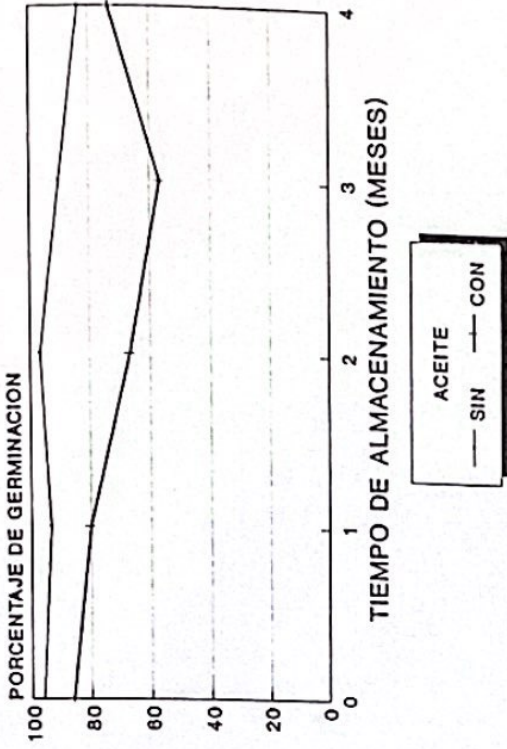
Figura No. 3

Efectos del almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental
Sobre el Porcentaje de Germinación

A. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 5 C



B. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22



C. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35

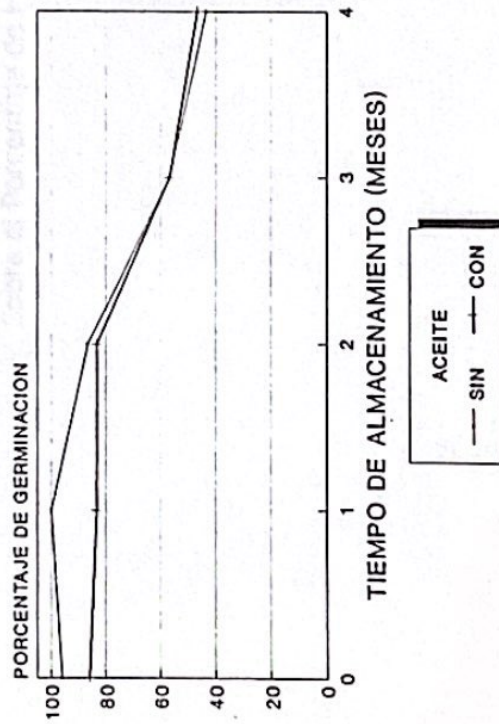
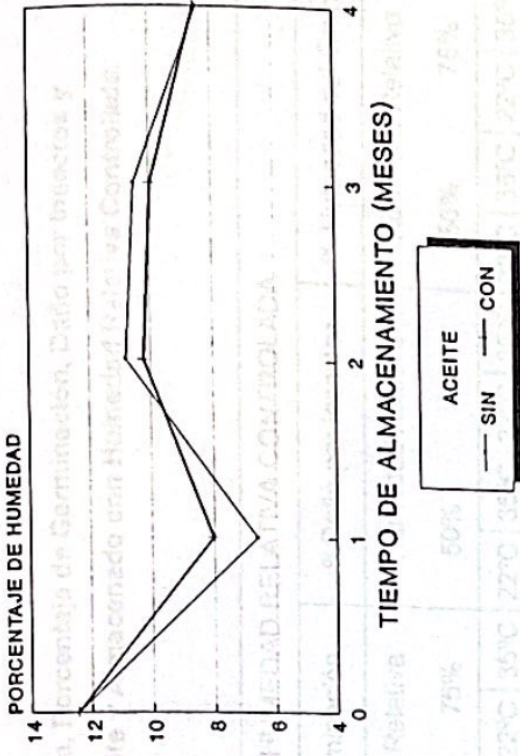


Figura No. 4

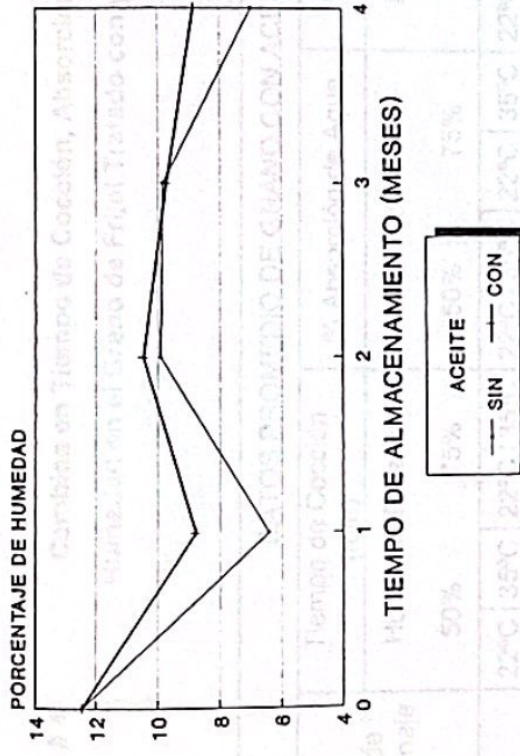
Figura No. 4

Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Ambiental
Sobre el Porcentaje de Humedad del Grano de Frijol

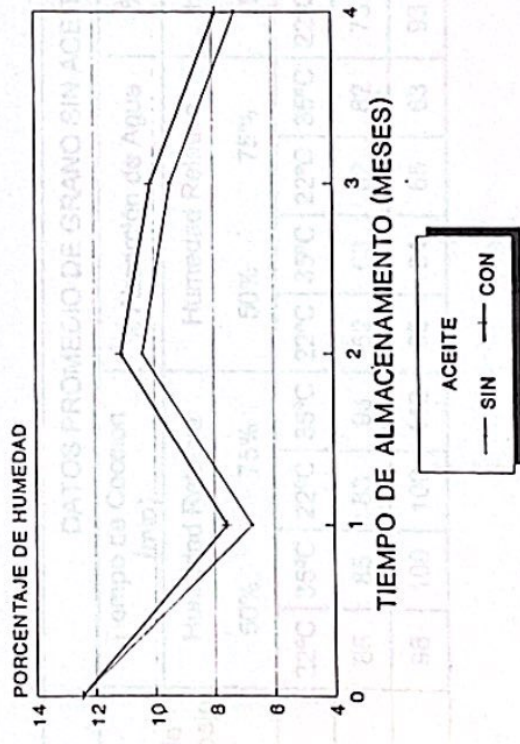
A. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 5 C



B. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22 C



C. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35 C



Cuadro # 4

Cambios en Tiempo de Cocción, Absorción de Agua, Porcentaje de Germinación, Daño por Insectos y Humedad en el Grano de Frijol Tratado con y sin Aceite y Almacenado con Humedad Relativa Controlada.

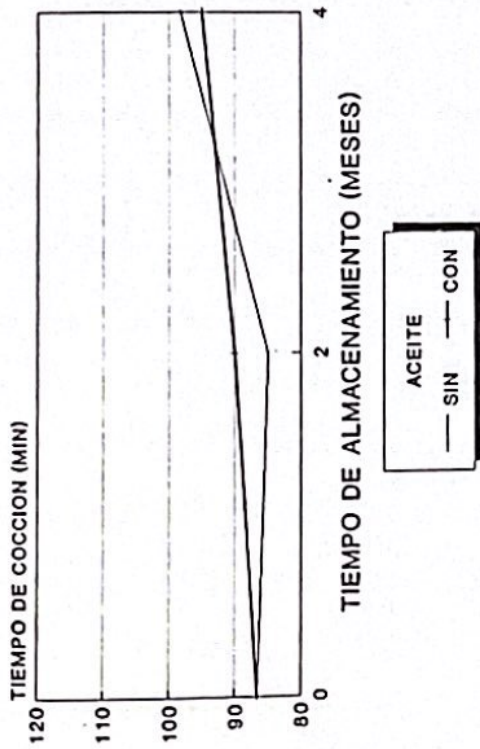
DATOS PROMEDIO DE GRANO CON ACEITE CON HUMEDAD RELATIVA CONTROLADA																		
Mes de Almacenaje	Tiempo de Cocción (min)			% Absorción de Agua			% de Germinación			% Daño por Insectos			% Humedad del Grano					
	Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa					
	50%	75%		50%	75%		50%	75%		50%	75%		50%	75%				
	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	35°C		
2	90	87	88	62	62	62	63	77	80	73	0	0	0	0	10	9	11	10
4	95	97	100	64	63	63	70	63	57	37	0	0	0	0	8	8	9	7

DATOS PROMEDIO DE GRANO SIN ACEITE CON HUMEDAD RELATIVA CONTROLADA																		
Mes de Almacenaje	Tiempo de Cocción (min)			% Absorción de Agua			% de Germinación			% Daño por Insectos			% Humedad del Grano					
	Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa			Humedad Relativa					
	50%	75%		50%	75%		50%	75%		50%	75%		50%	75%				
	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	22°C	35°C	22°C	35°C		
2	85	85	83	62	63	62	73	88	87	87	0	0	0	0	10	9	11	11
4	98	100	112	65	64	65	93	70	80	57	0	0	0	0	8	7	9	7

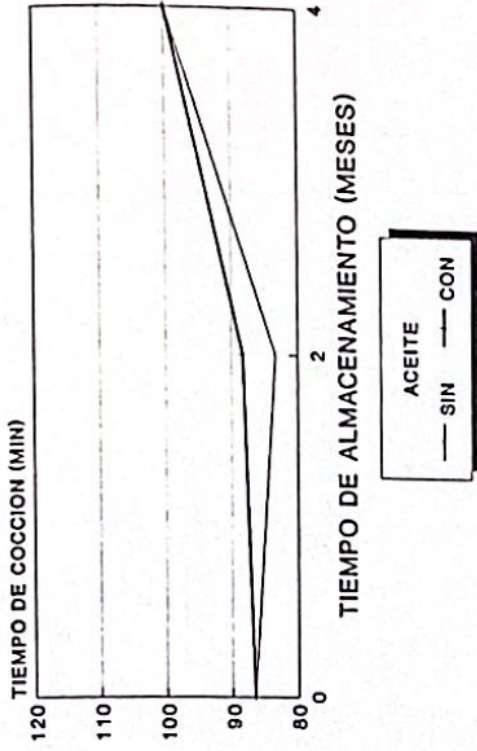
Figura No. 5

Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Controlada
Sobre el Tiempo de Cocción

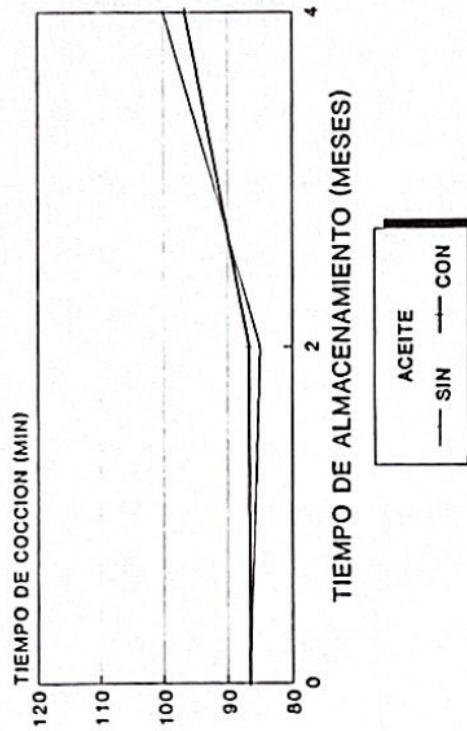
D. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22 C
HUMEDAD RELATIVA = 50%



E. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22 C
HUMEDAD RELATIVA = 75%



F. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35 C
HUMEDAD RELATIVA = 50%



G. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35 C
HUMEDAD RELATIVA = 75%

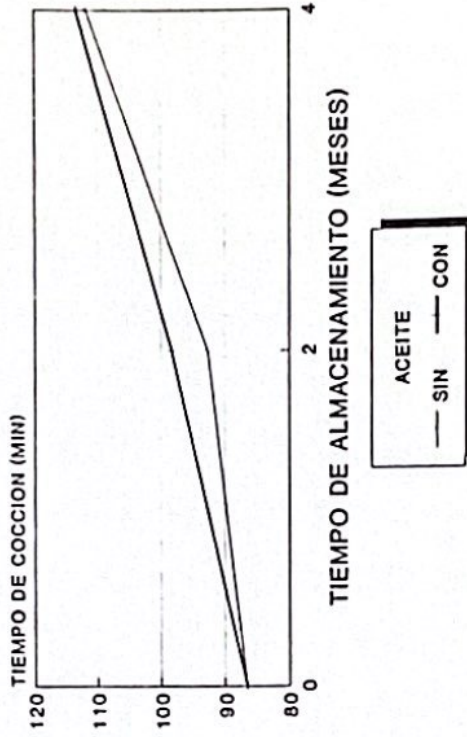
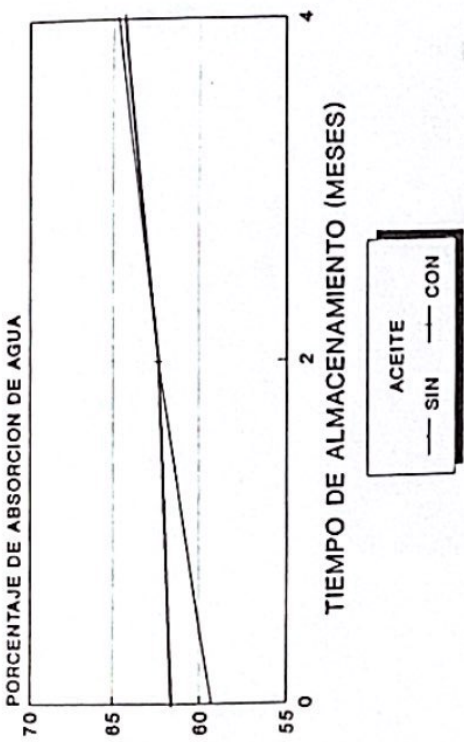


Figura No. 6

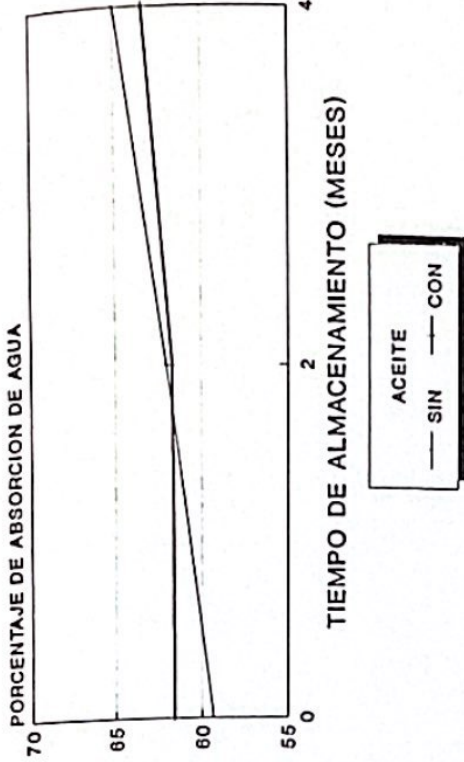
Figura No. 6

Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Controlada
Sobre la Absorción de Agua del Grano de Frijol

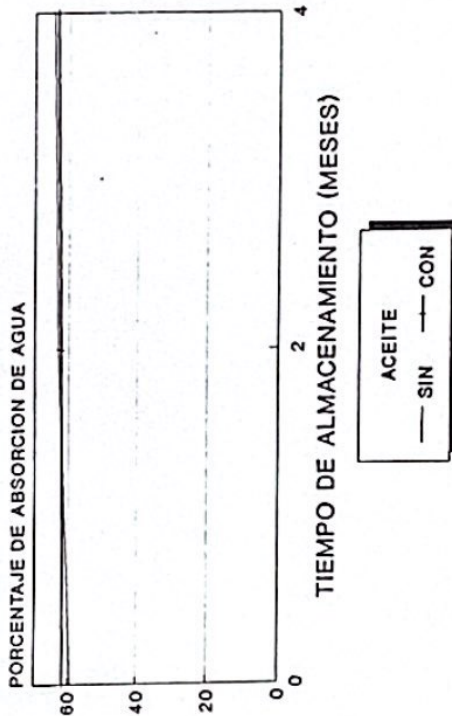
D. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C
HUMEDAD RELATIVA - 50%



E. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C
HUMEDAD RELATIVA - 75%



F. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35 C
HUMEDAD RELATIVA - 50%



G. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35 C
HUMEDAD RELATIVA - 75%

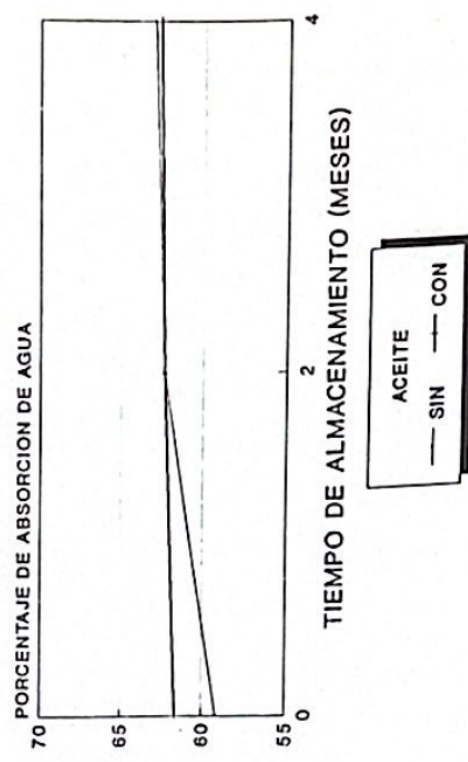


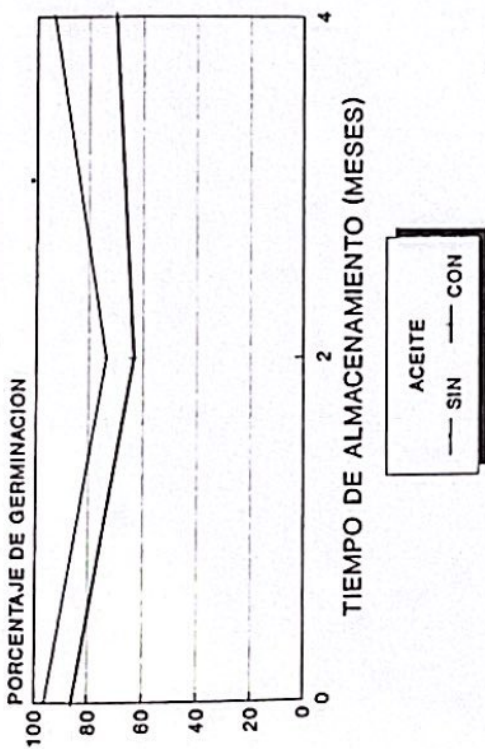
Figura No. 7

Efectos del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas y Humedades Relativas sobre el Porcentaje de Germinación

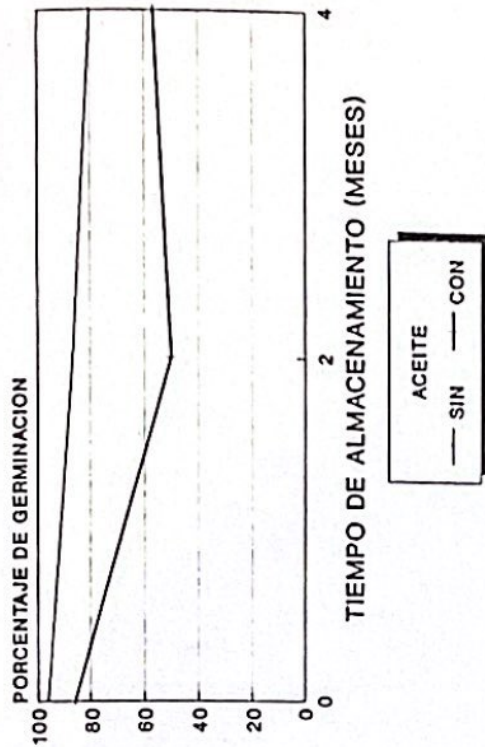
Figura No. 7

Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Controlada
Sobre el Porcentaje de Germinación

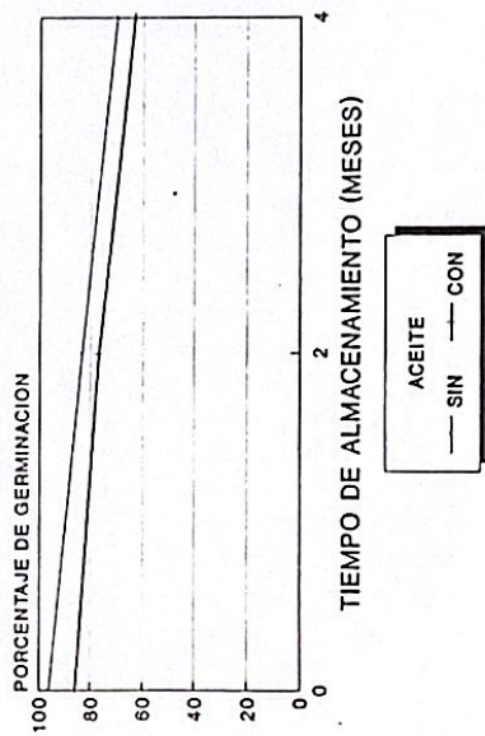
D. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22
HUMEDAD RELATIVA = 50%



E. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22
HUMEDAD RELATIVA = 75%



F. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35
HUMEDAD RELATIVA = 50%



G. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35
HUMEDAD RELATIVA = 75%

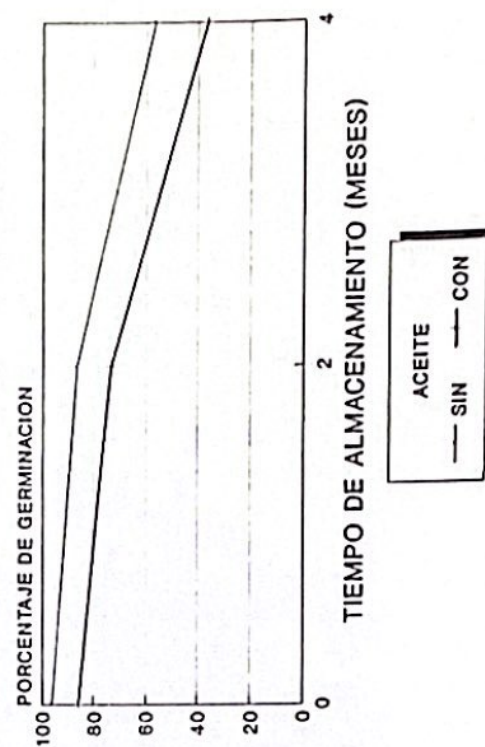


Figura No. 8

Efectos del Almacenamiento a Diferentes

Temperaturas y

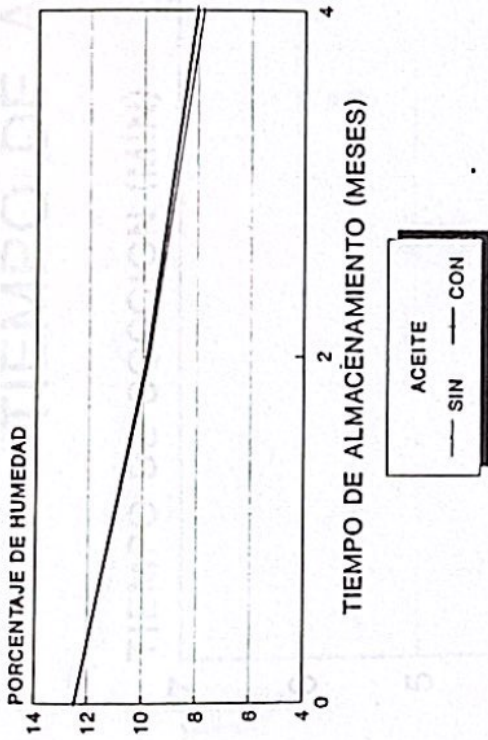
Humedades Relativas

en el Germinado del Grano de

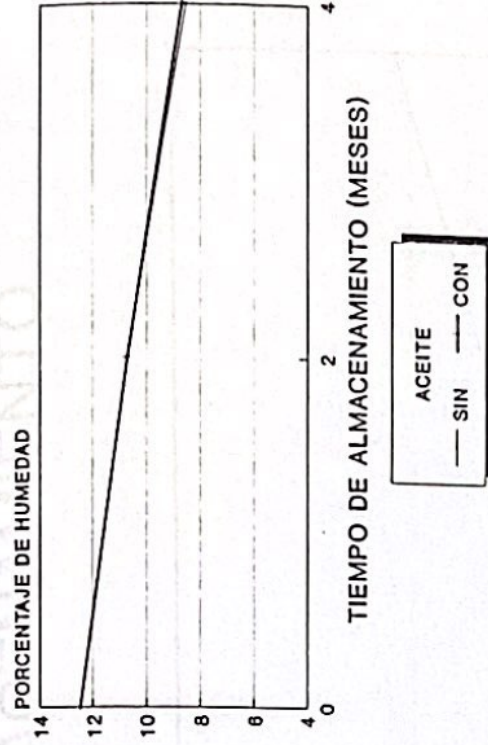
Maíz

Figura No. 8
Efectos del Almacenamiento a Diferentes
Temperaturas y Humedad Relativa Controlada
Sobre el Porcentaje de Humedad del Grano de Frijol

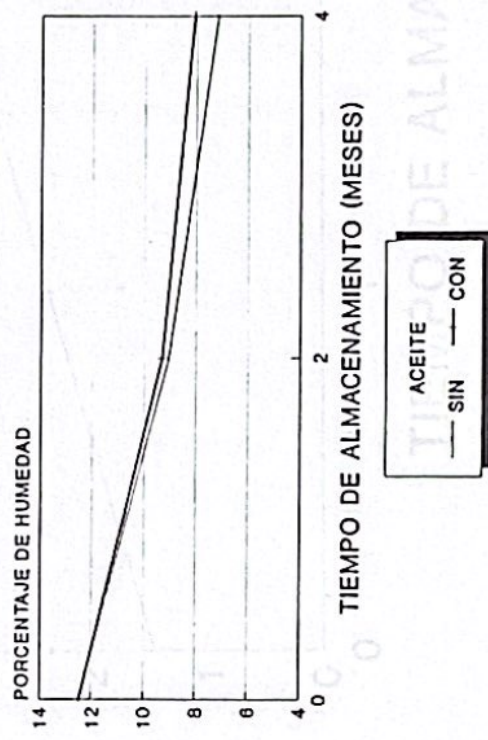
D. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C
HUMEDAD RELATIVA - 50%



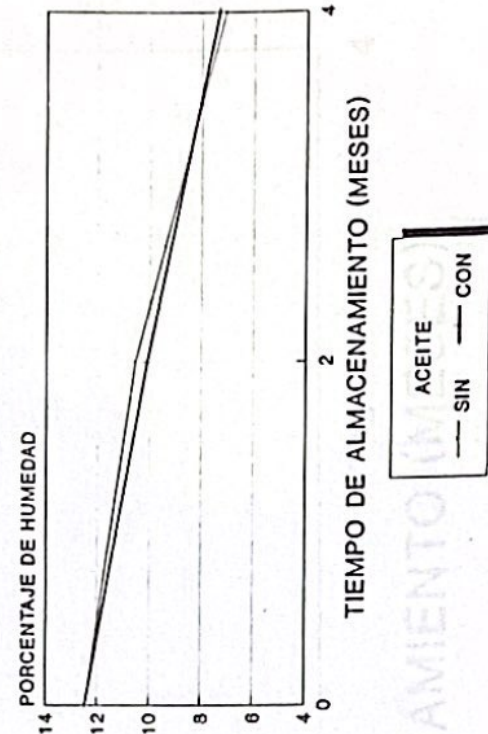
E. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 22 C
HUMEDAD RELATIVA - 75%



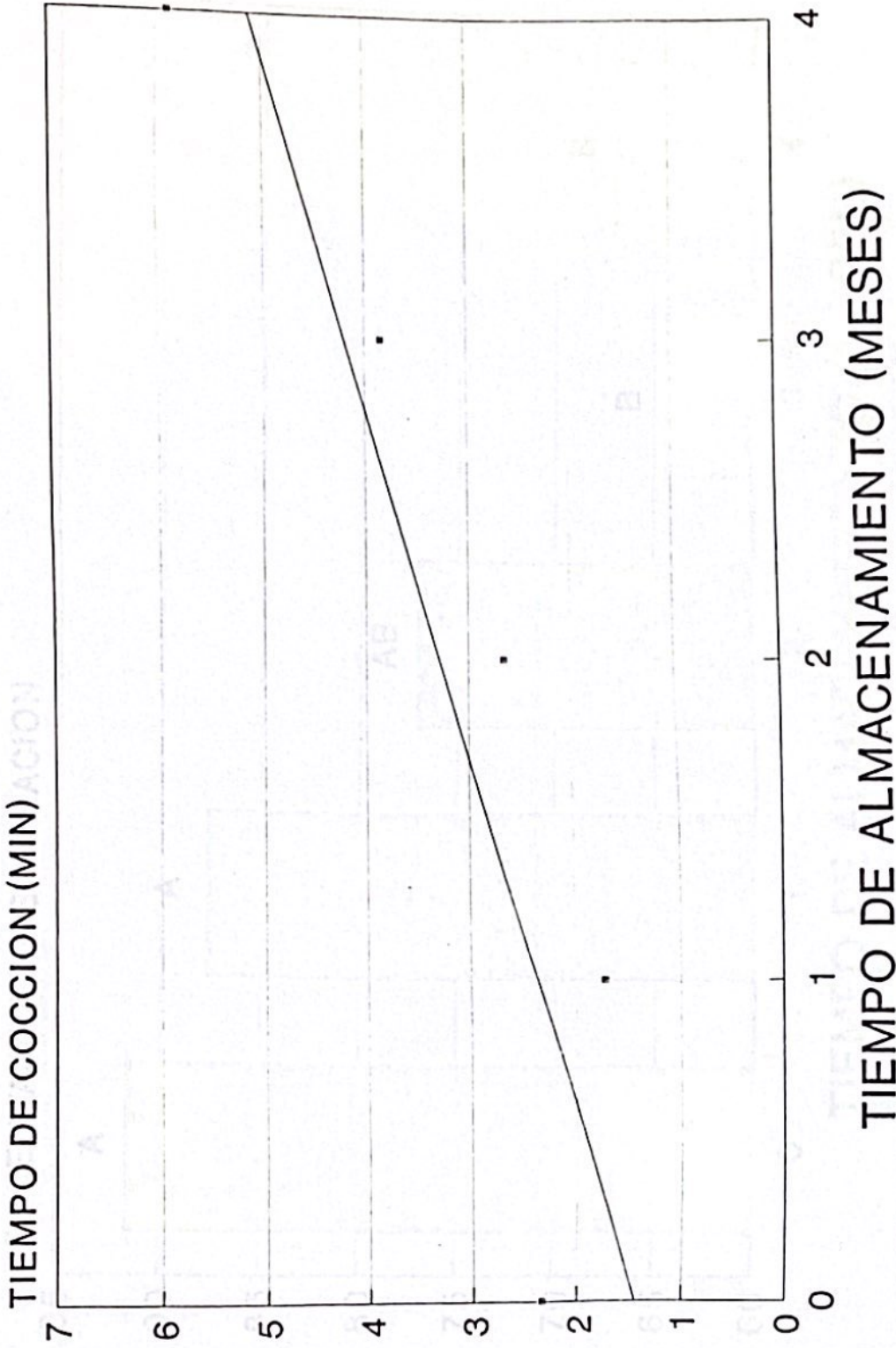
F. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35 C
HUMEDAD RELATIVA - 50%



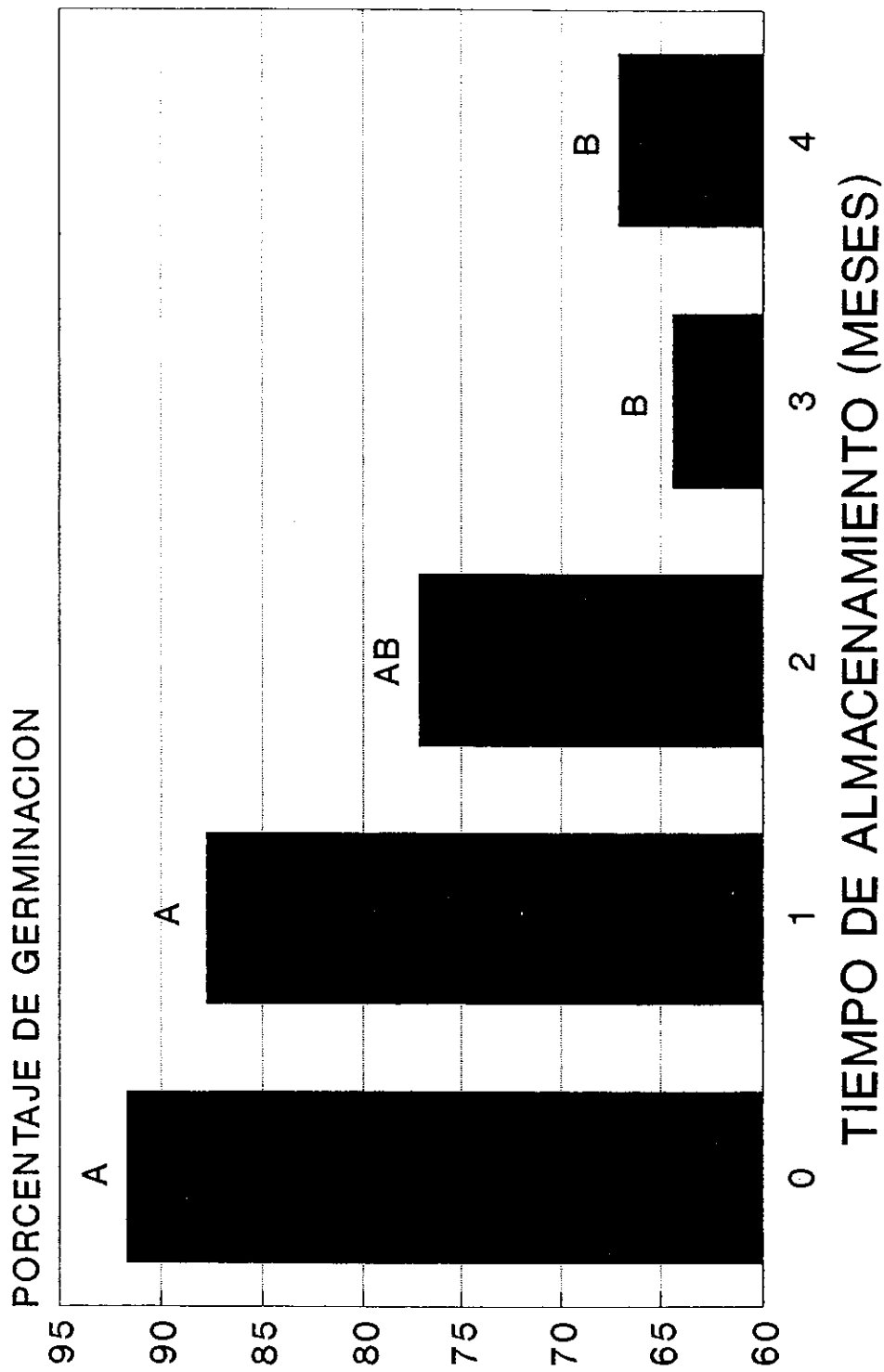
G. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO - 35 C
HUMEDAD RELATIVA - 75%



TIEMPO DE COCCION VRS. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

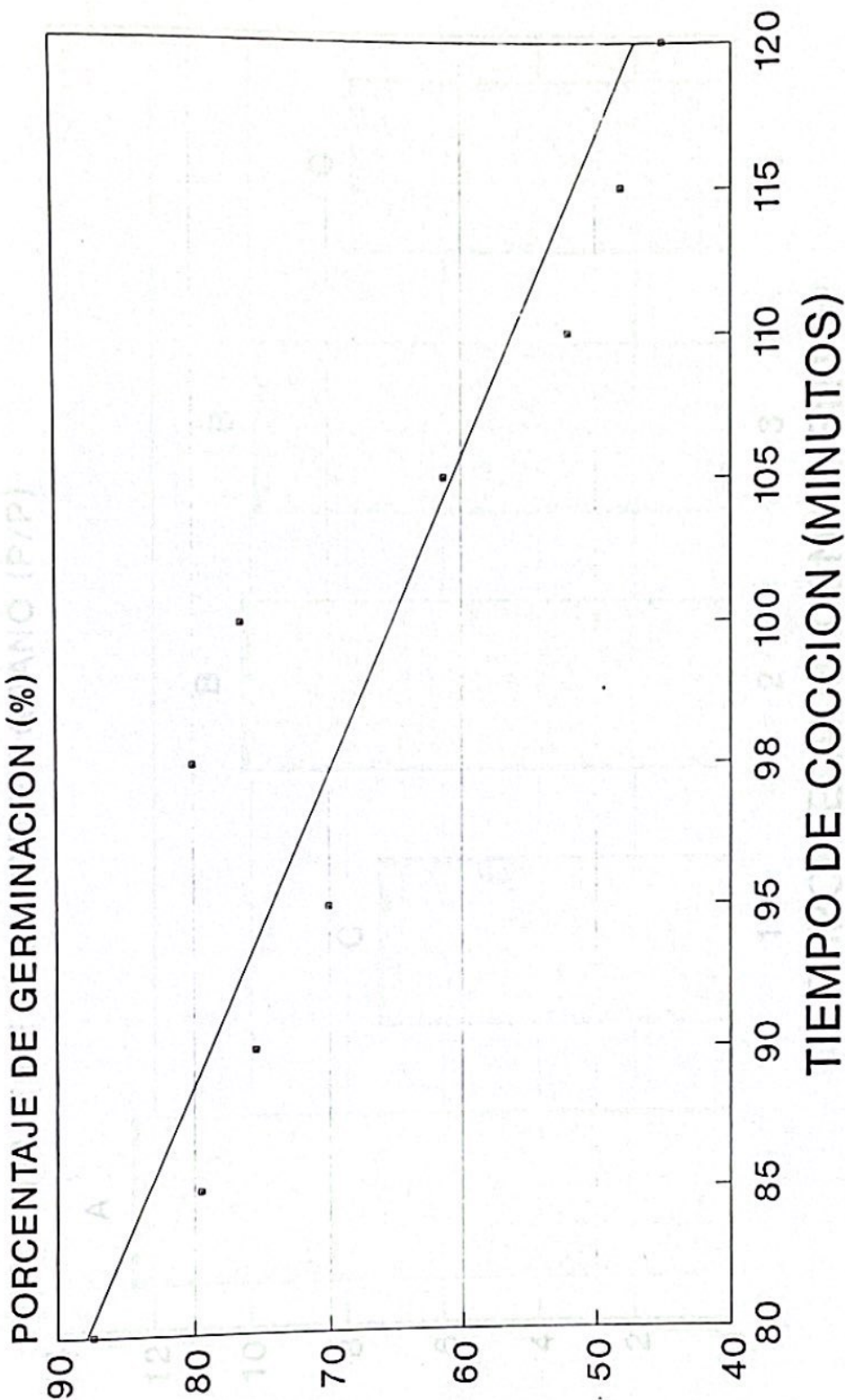


PORCENTAJE DE GERMINACION VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO



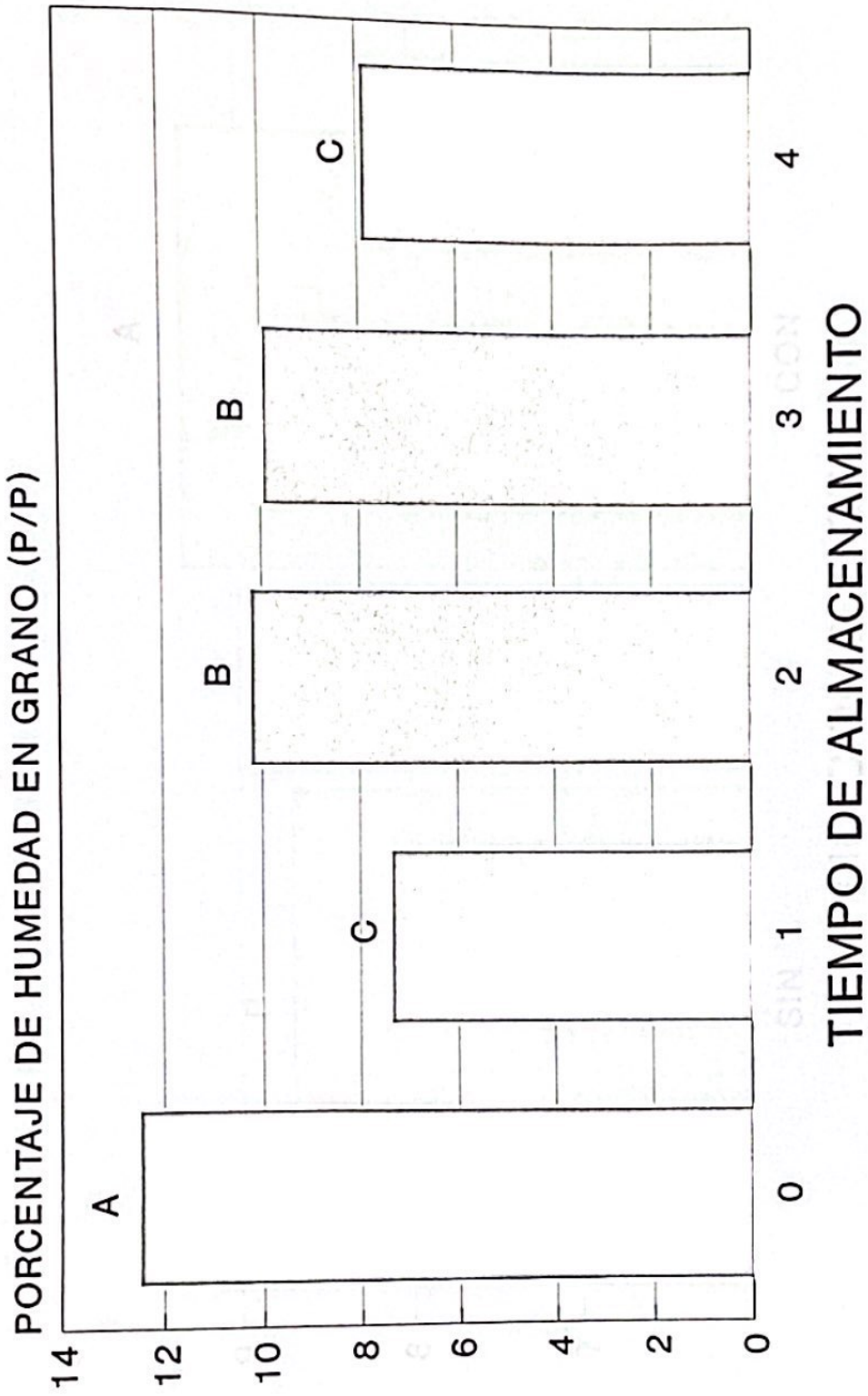
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE
MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

PORCENTAJE DE GERMINACION VRS TIEMPO DE COCCION



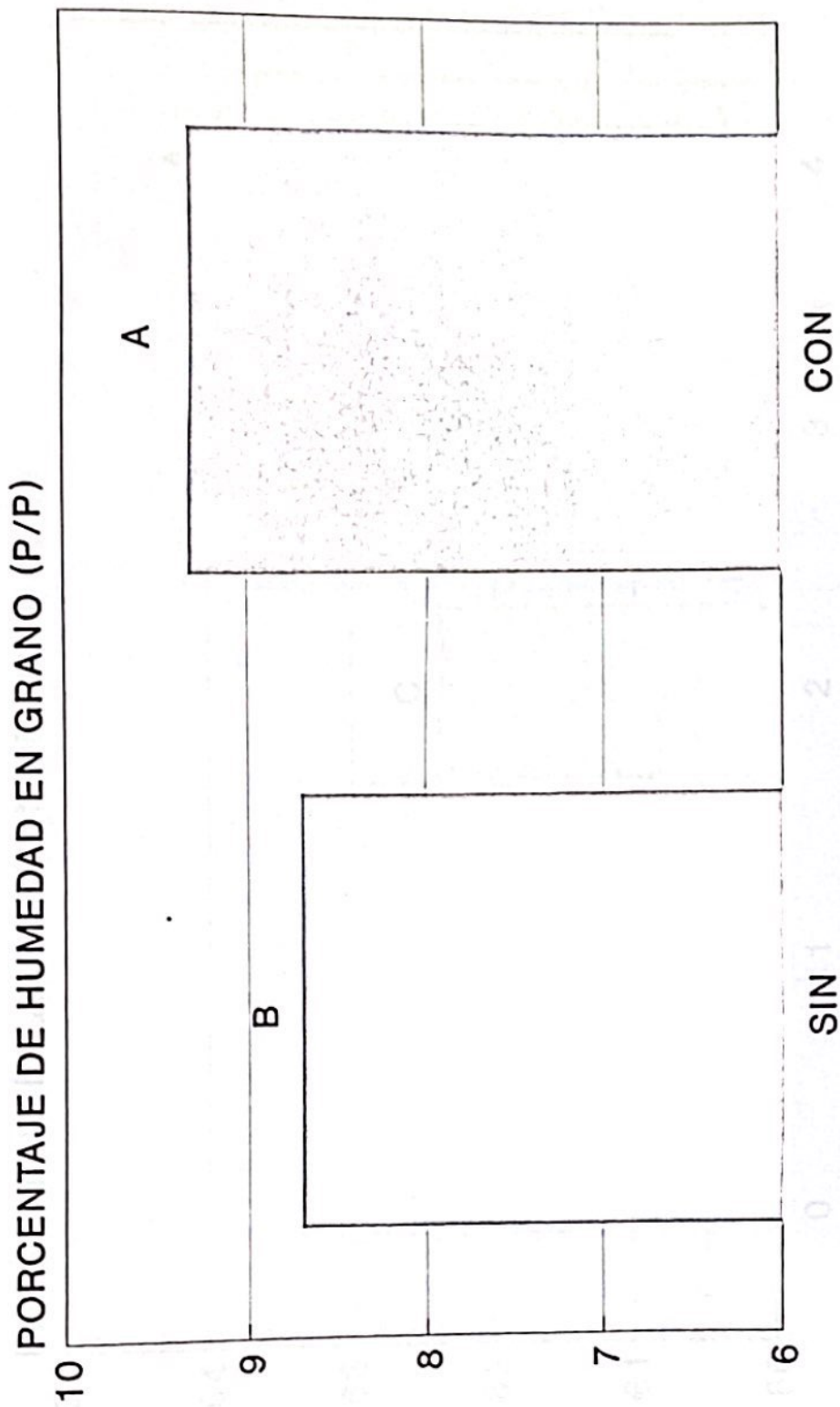
LOS TRATAMIENTOS CON MAYOR TIEMPO DE COCCION DIERON MENORES % DE GERMINACION

PORCENTAJE DE HUMEDAD EN GRANO VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO



NO EXISTE DIFERENCIA ESTADÍSTICA ENTRE MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

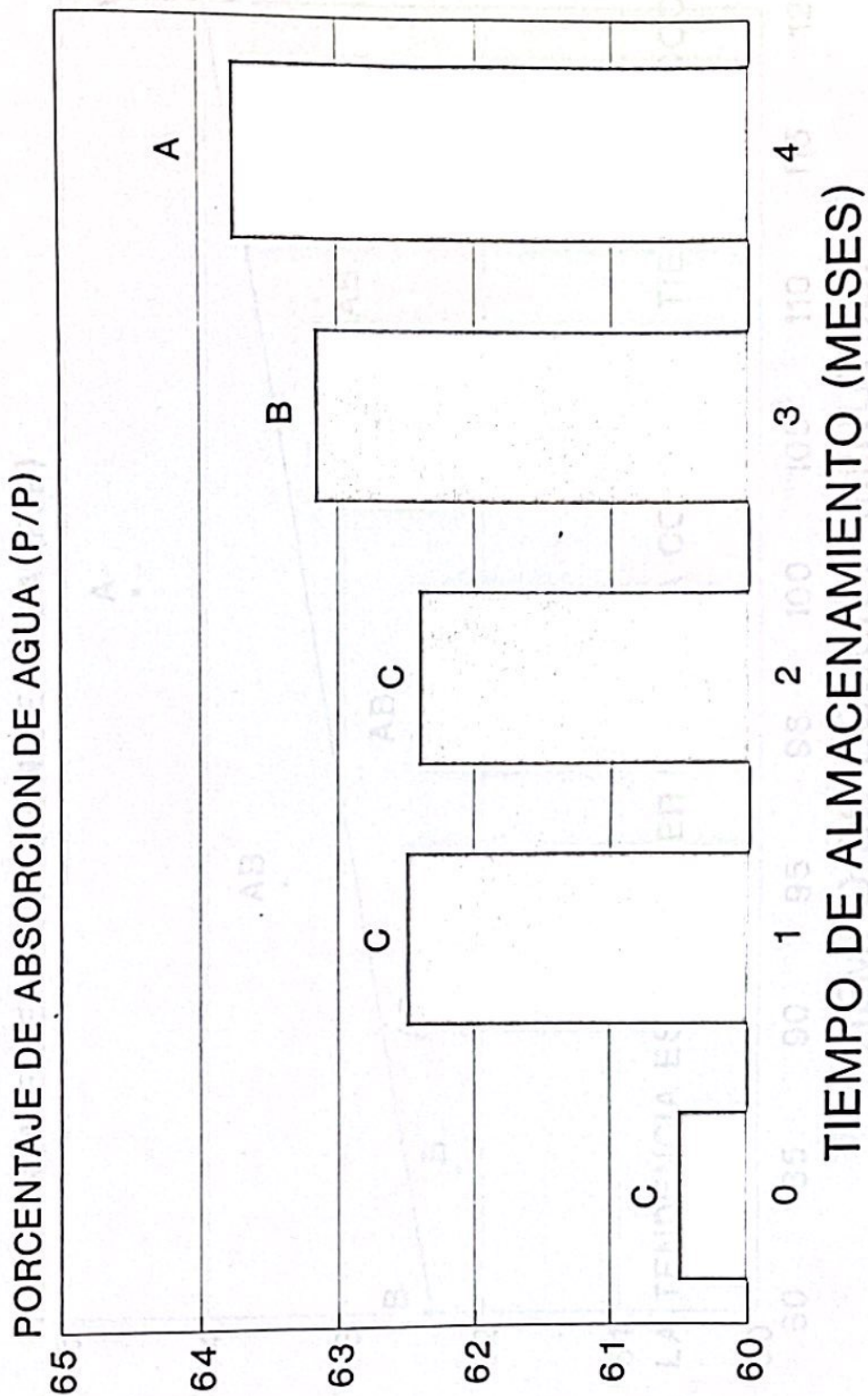
PORCENTAJE DE HUMEDAD EN GRANO VRS APLICACION DE ACEITE



TIEMPO APLICACION DE ACEITE (MESES)

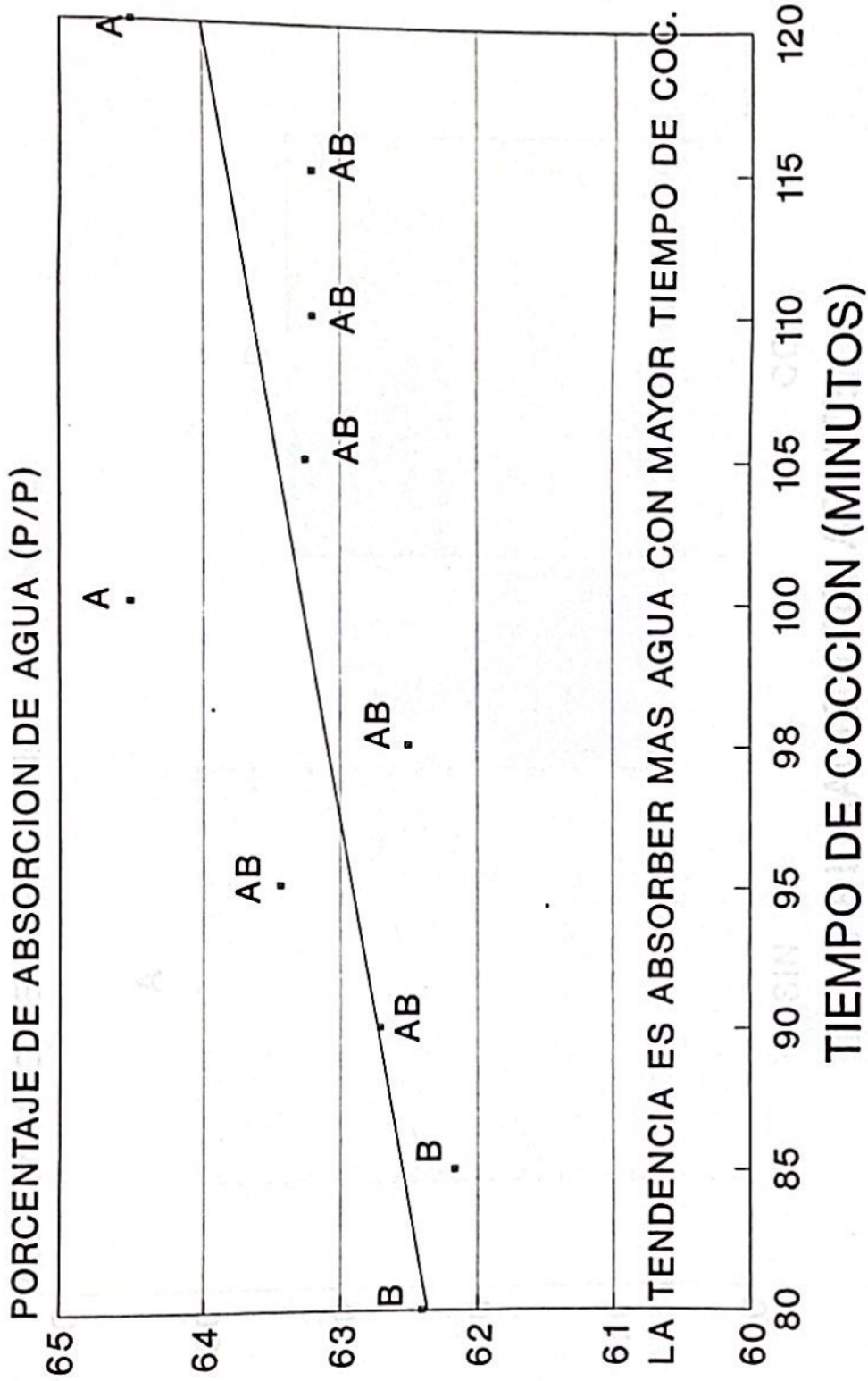
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGUA VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO



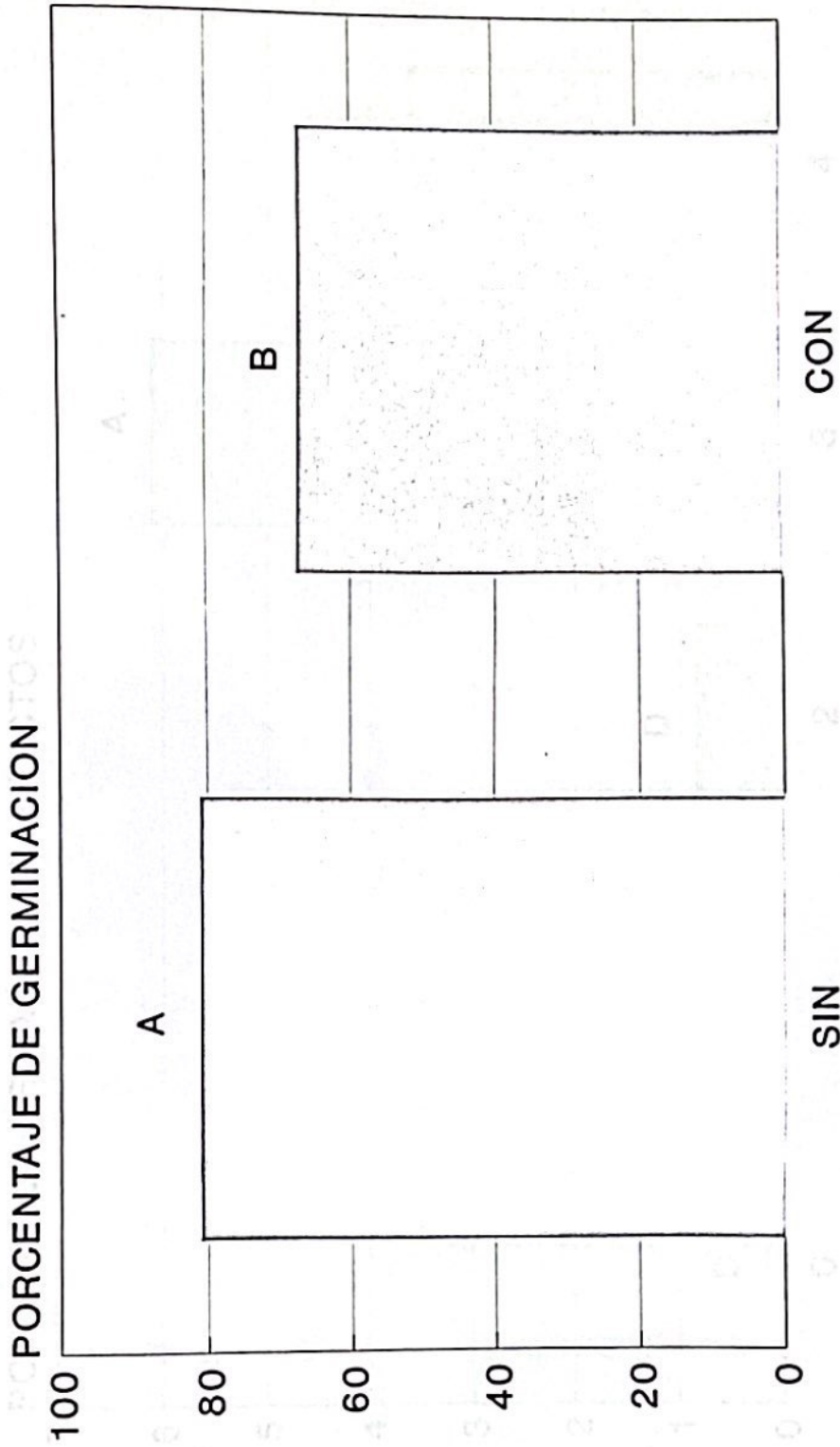
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE
MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGUA VRS TIEMPO DE COCCION



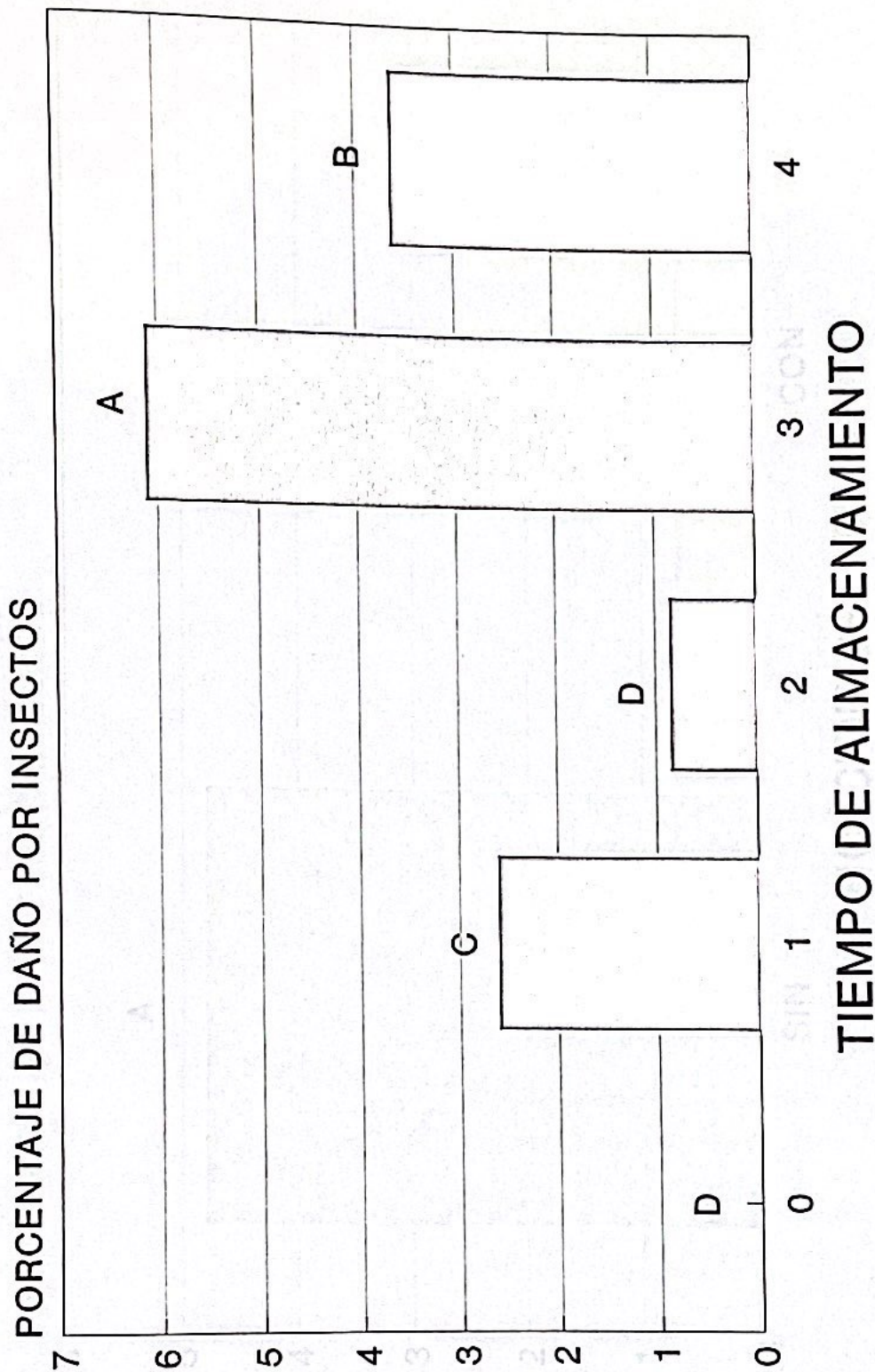
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

PORCENTAJE DE GERMINACION VRS APLICACION DE ACEITE



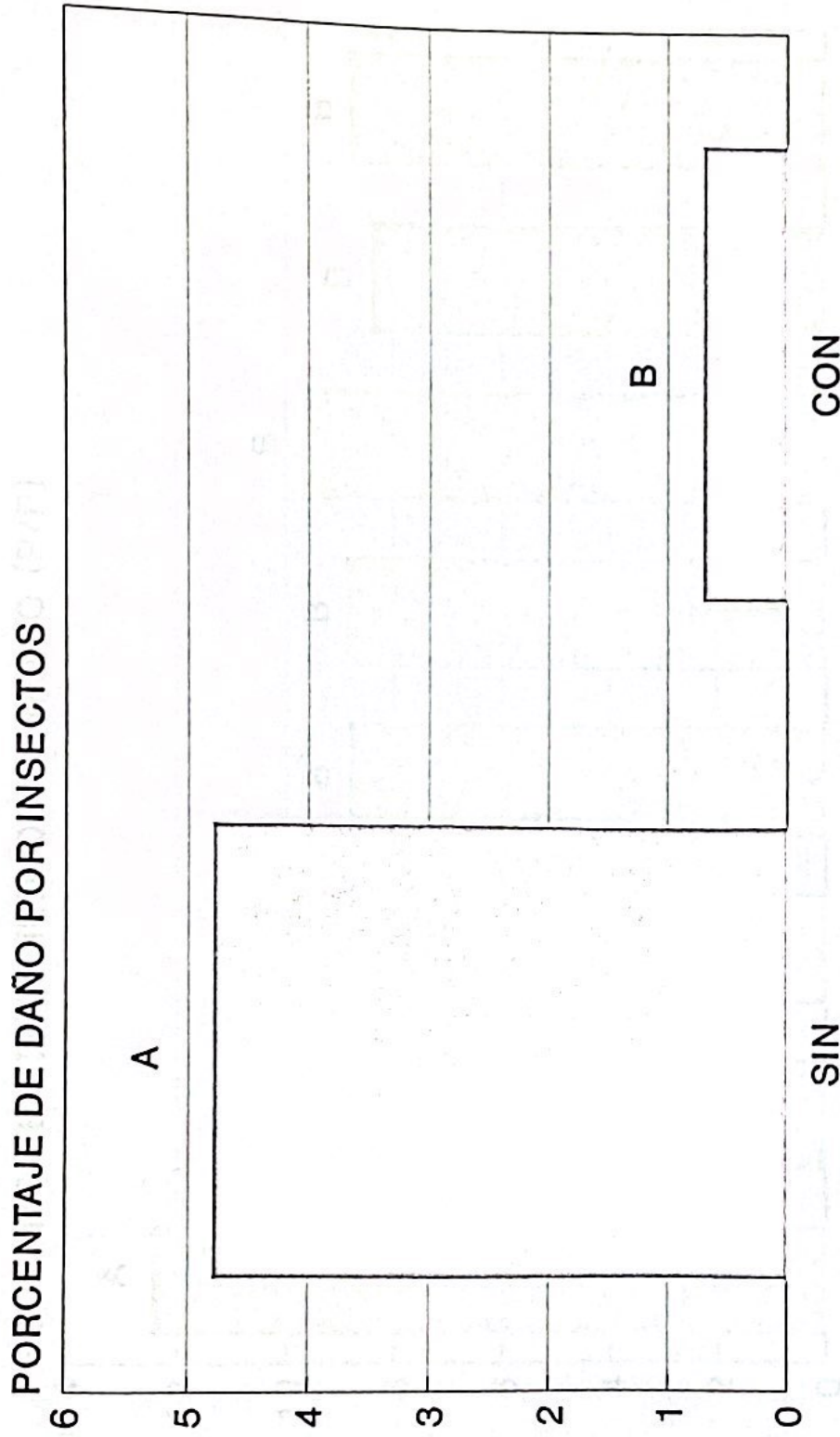
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE
MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P<0.001)

PORCENTAJE DE DAÑO POR INSECTOS VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO



NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE
MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P=0.053)

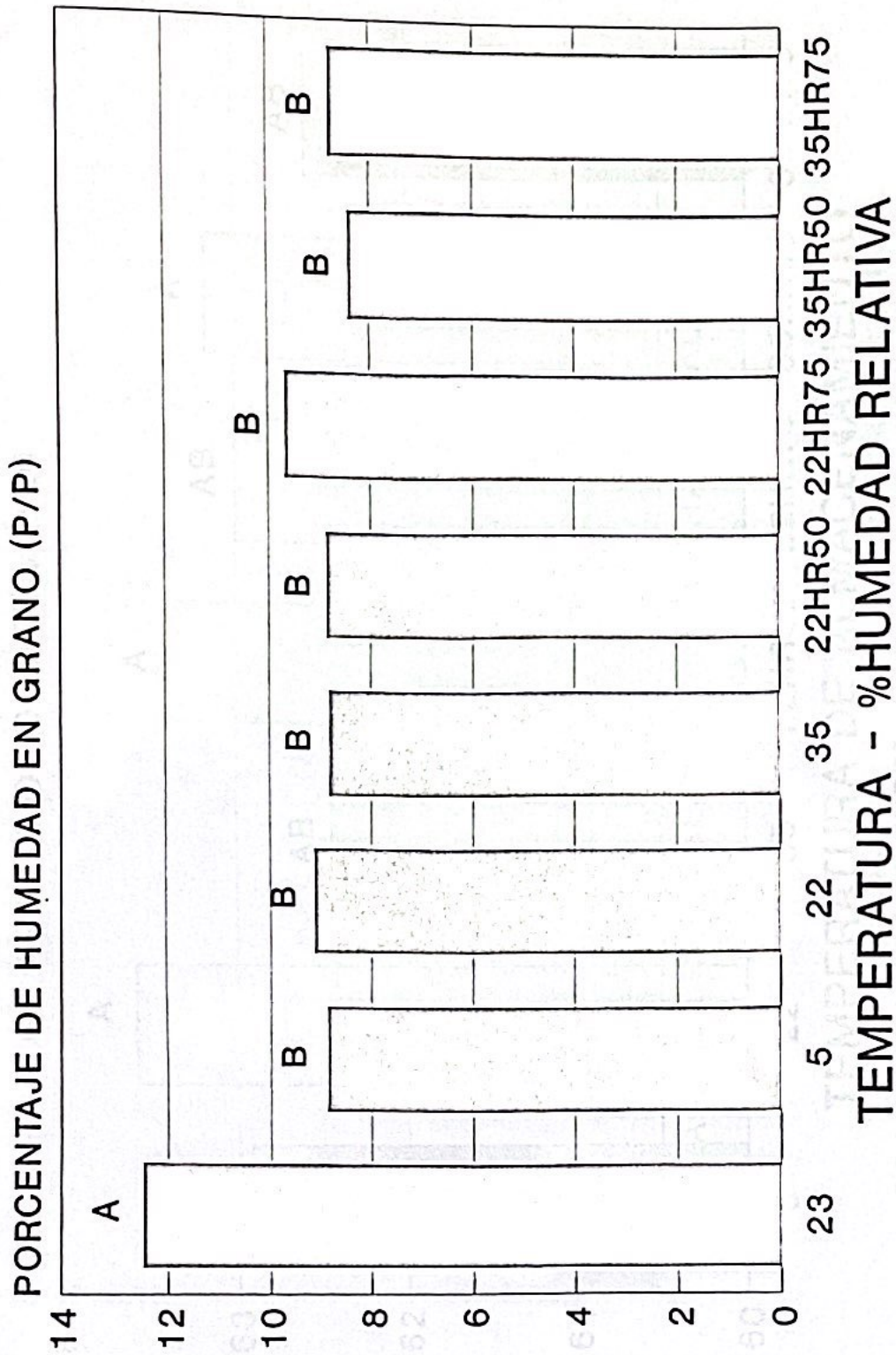
PORCENTAJE DE DAÑO POR INSECTOS VRS APLICACION DE ACEITE



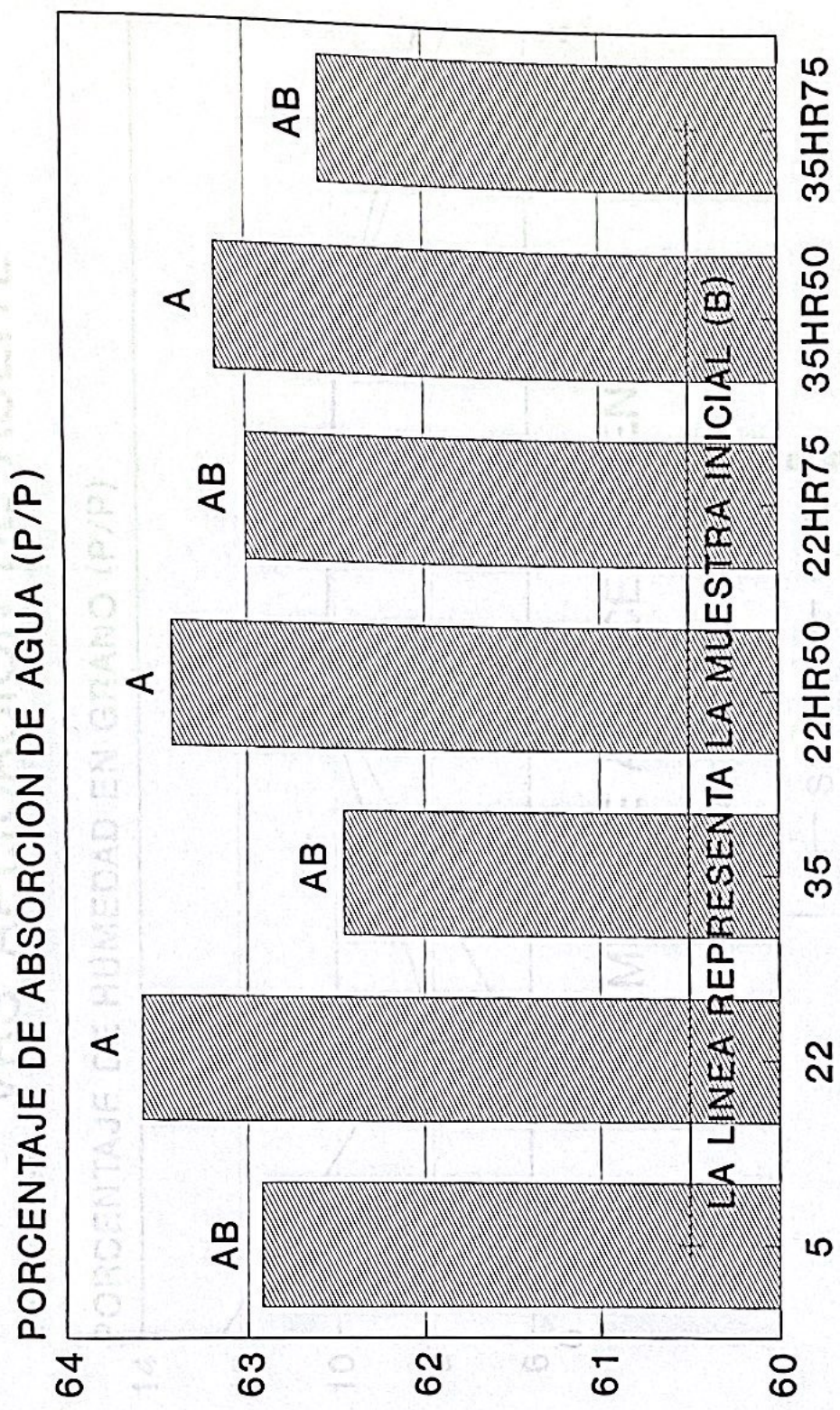
APLICACION DE ACEITE

NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P=0.001)

PORCENTAJE DE HUMEDAD EN GRANO VRS TEMPERATURA Y %HUMEDAD RELATIVA



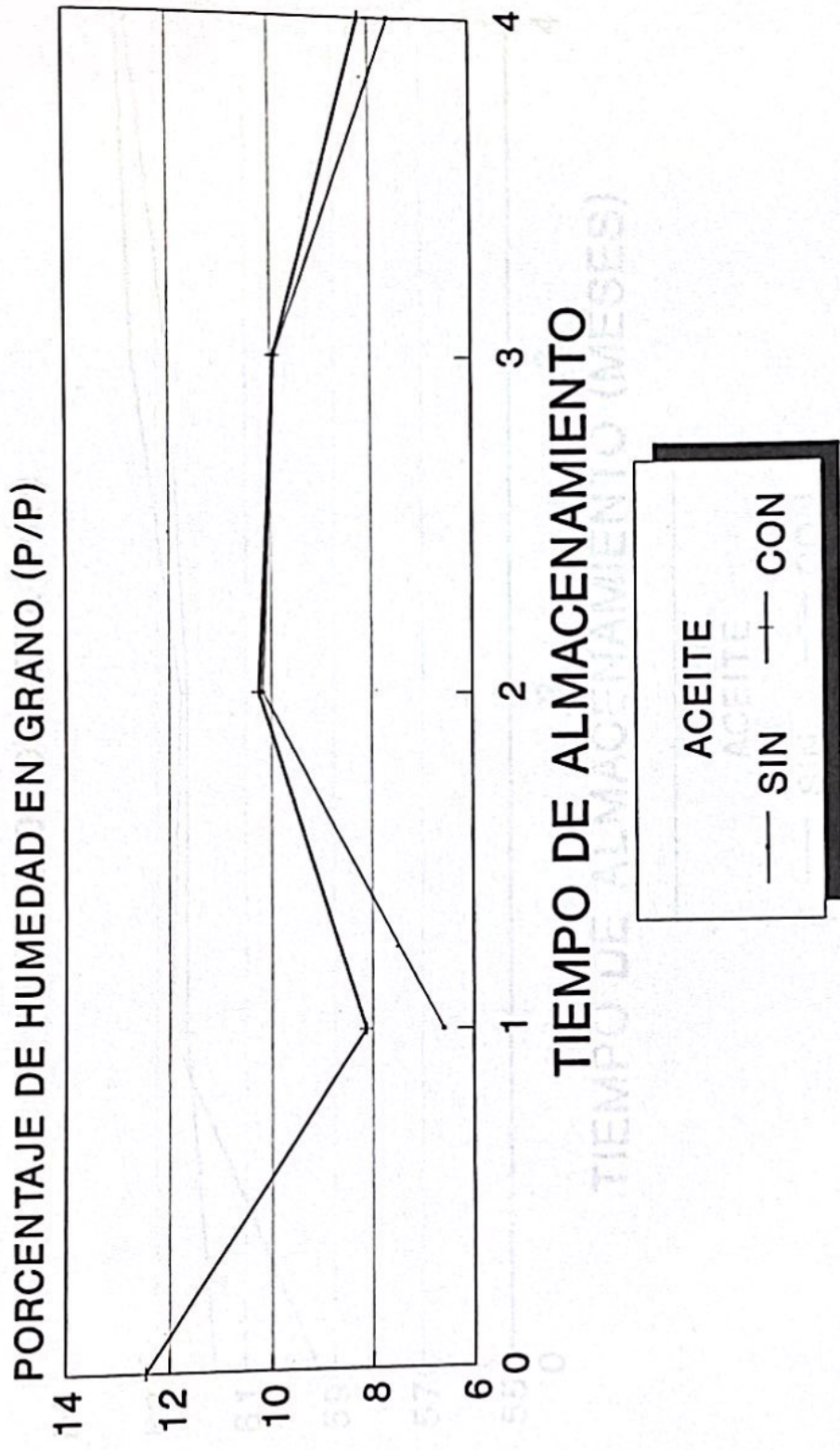
PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGUA VRS TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO



TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO

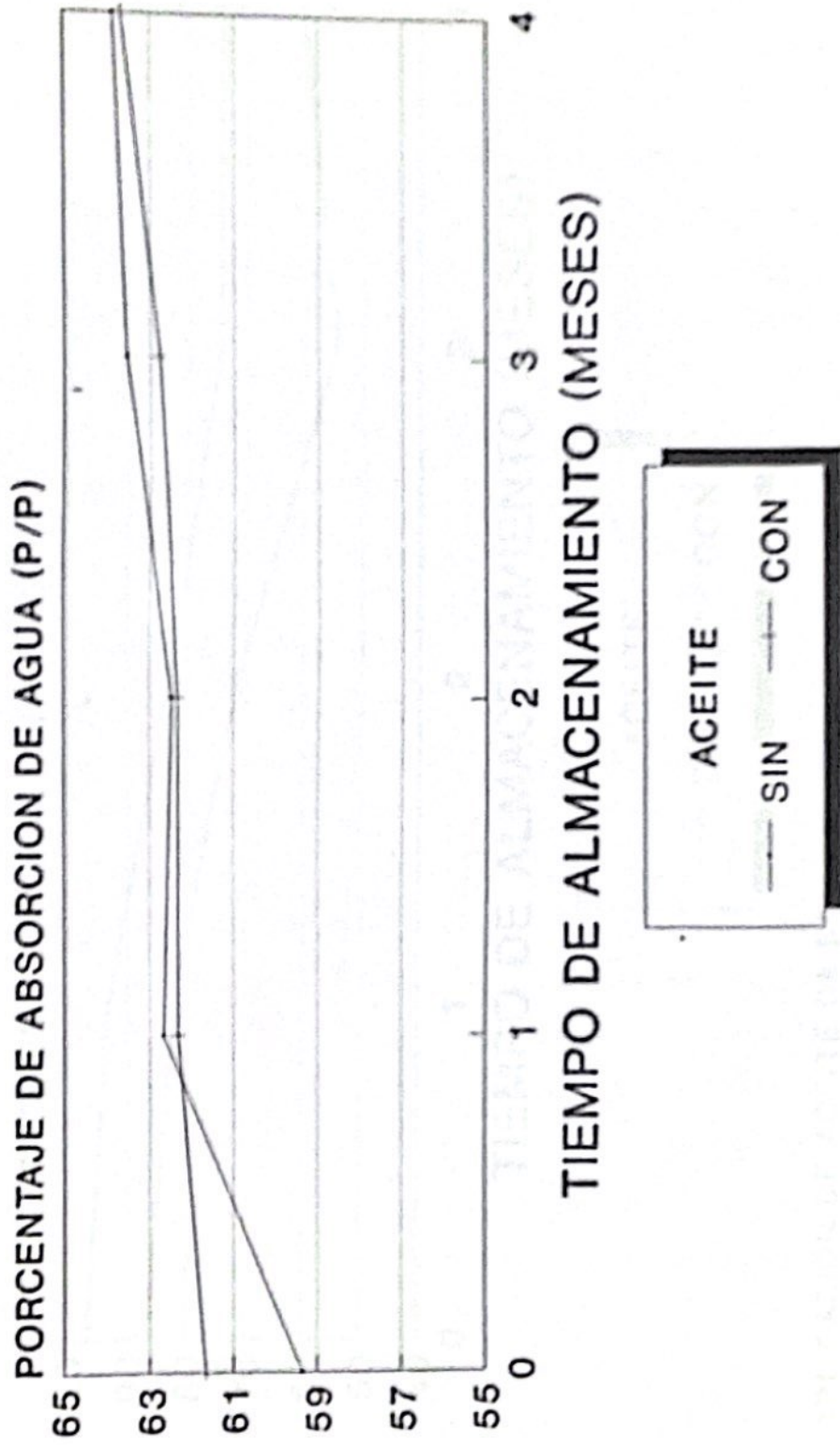
NO HAY DIFERENCIA ESTADISTICA ENTRE MEDIAS CON LA MISMA LETRA (P=0.001)

PORCENTAJE DE HUMEDAD EN GRANO VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO VRS APLICACION DE ACEITE

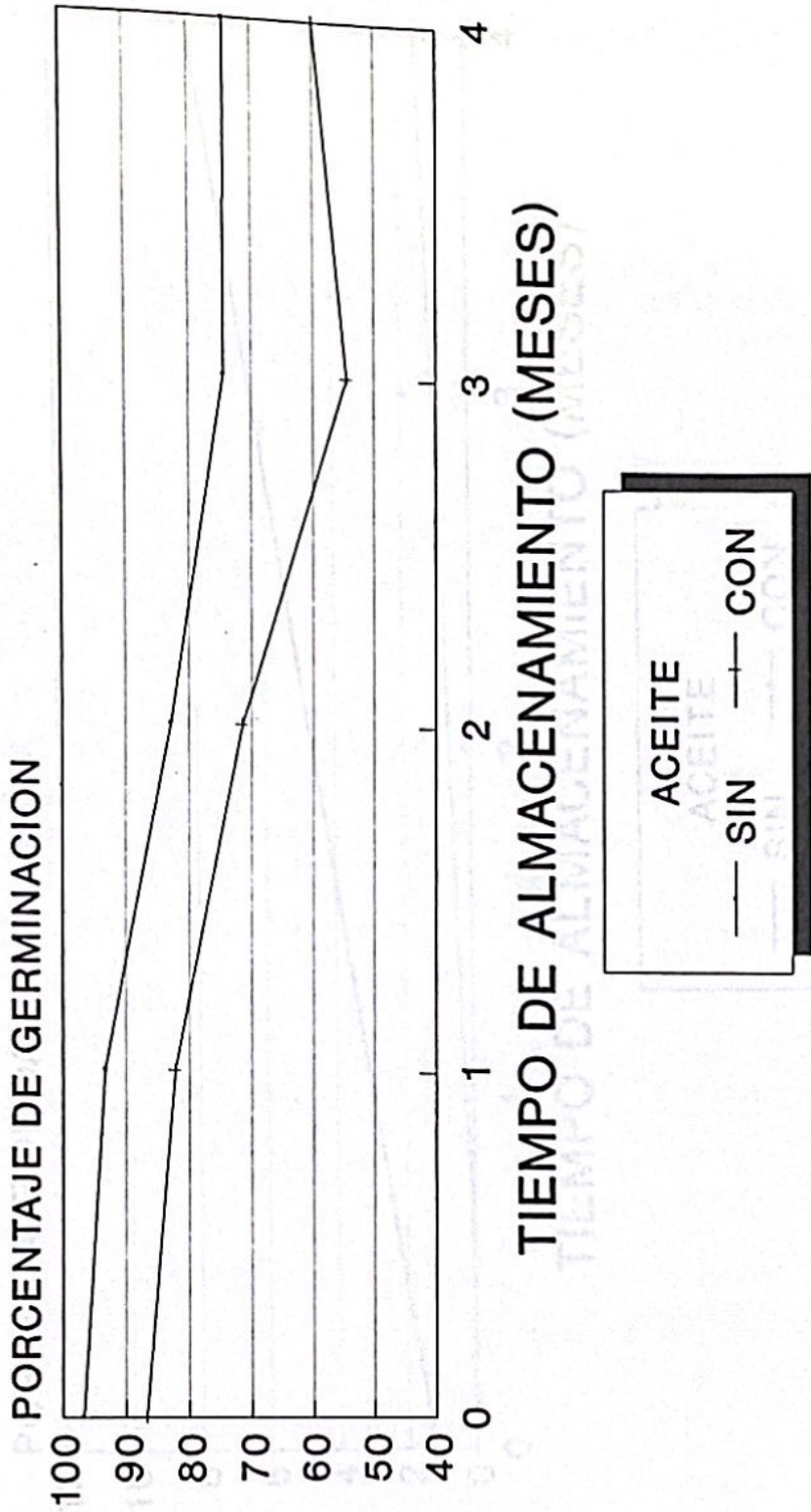


LA HUMEDAD DEL GRANO ES MENOR EN LOS TRATAMIENTOS SIN ACEITE

FIGURA No. 22
PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGUA
VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO VRS
APLICACION DE ACEITE

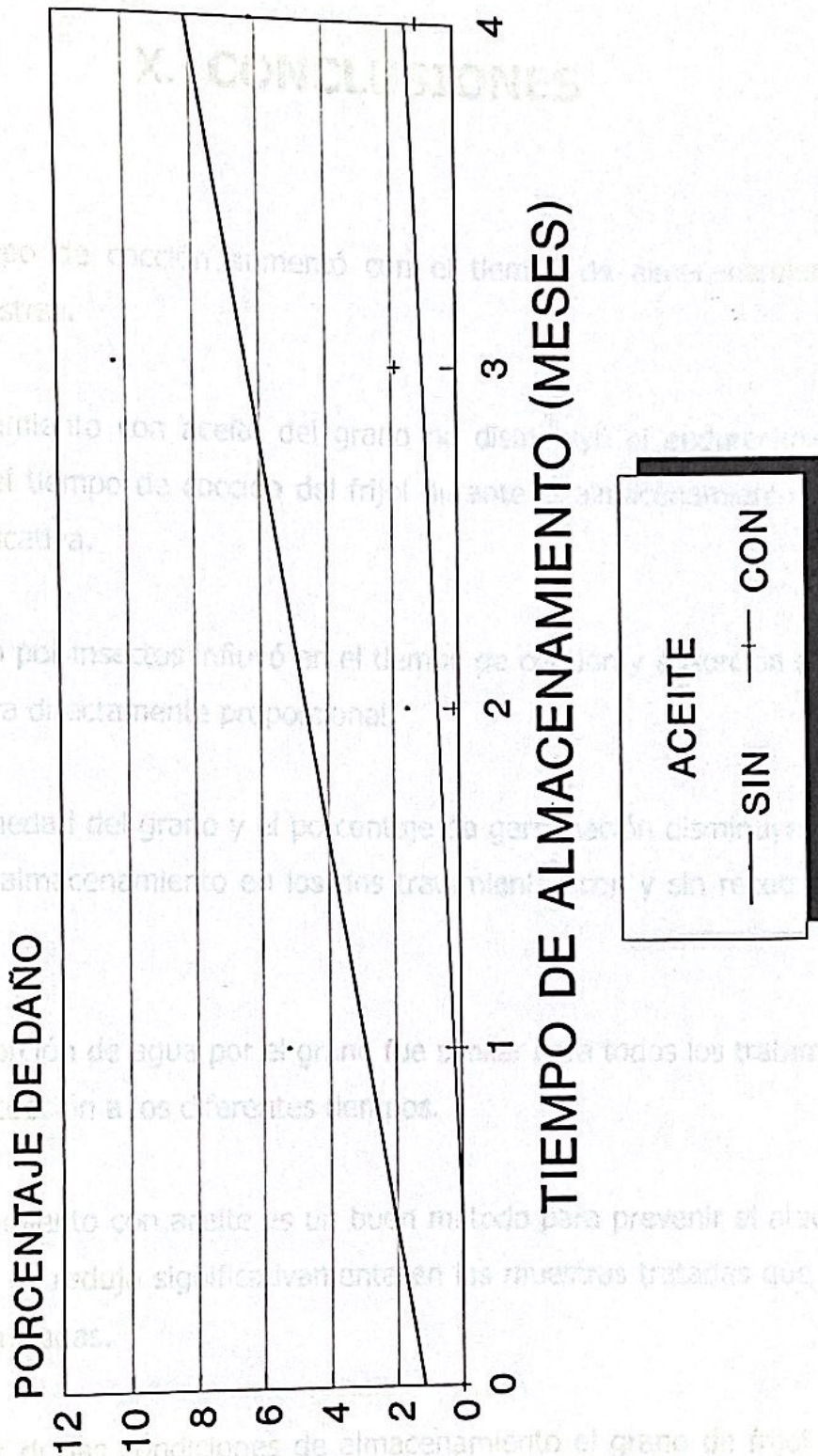


PORCENTAJE DE GERMINACION VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO VRS APLICACION DE ACEITE



LA APLICACION DE ACEITE DA RESULTADOS CONSISTENTES PARA TODOS LOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO SI NO APLICA ACEITE

PORCENTAJE DE DAÑO POR INSECTOS VRS TIEMPO DE ALMACENAMIENTO VRS APLICACION DE ACEITE



EL DAÑO AUMENTA CON EL TIEMPO, PERO ES MAYOR Y MAS RAPIDO SI NO APLICA ACEITE

X. CONCLUSIONES

1. El tiempo de cocción aumentó con el tiempo de almacenamiento en todas las muestras.
2. El tratamiento con aceite del grano no disminuyó el endurecimiento o aumento en el tiempo de cocción del frijol durante el almacenamiento de una manera significativa.
3. El daño por insectos influyó en el tiempo de cocción y absorción de agua de una manera directamente proporcional.
4. La humedad del grano y el porcentaje de germinación disminuyeron con el tiempo de almacenamiento en los dos tratamientos con y sin recubrimiento de aceite.
5. La absorción de agua por el grano fue similar para todos los tratamientos al finalizar la cocción a los diferentes tiempos.
6. El tratamiento con aceite es un buen método para prevenir el ataque de insectos pues se redujo significativamente en las muestras tratadas que en las muestras no tratadas.
7. A pesar de las condiciones de almacenamiento el grano de frijol perdió humedad a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

XI. RECOMENDACIONES

1. Para poder observar una diferencia marcada entre los tratamientos con y sin recubrimiento de aceite debe prologarse el tiempo de almacenamiento.

2. Utilizar métodos de almacenamientos mas controlados.

3. El tratamiento de aceite sobre el frijol puede utilizarse para prevenir la pérdida por daño por insectos.

4. Ghoshani, R. Grain Quality of Common Beans. Food Reviews International, 1993.

5. T. Ramesh Dabu et al. Effect of Edible and Non-Edible oils on the Development of the Pulse Beetle (Callosobruchus chinensis L.) and on Viability and Yield of Mungbean. Tropical Science 1989 No. 29, 215-220. India.

6. V.P. Khare et al. Efficacy of Different Vegetable Oils as Grain Preservatives Against Pulse Beetle, (Callosobruchus chinensis L.) in increasing Storageability of Pigeonpea. J. Stored Prod. Res. Vol. 28, No. 3, pp. 153-156, 1992. India.

7. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Armentación. Cultivo del Frijol. Unidad de Comunicación Social. 1986

BIBLIOGRAFÍA

1. Elías, L.; A., Soto y R. Bressani. Métodos para Establecer la Calidad Tecnológica y Nutricional del frijol. INTECAP. Guatemala.
2. Ahmed M. El-Tabey Shehata. Hard-to-Cook Phenomenon in Legumes. Food Reviews International. 1992.
3. Molina, M., et al. Prevención del Endurecimiento del frijol y Aprovechamiento del Grano Endurecido. Arch. Latinoamericanos de Nutrición. Vol. XXXII (Junio 1982), No. 2.
4. Bressani, R. El Significado Alimentario y Nutricional del Endurecimiento del frijol. Arch. Latinoamericanos de Nutrición Vol. XXXII (Junio 1982), No. 2.
5. Bressani, R. Grain Quality of Common Beans. Food Reviews International. 1993.
6. T. Ramesh Babu et al. Effect of Edible and Non-Edible oils on the Development of the Pulse Beetle (**Callosobruchus chinensis L.**) and on Viability and Yield of Mungbean. Tropical Science 1989 No. 29, 215-220. India.
7. V.M. Khaire et al. Efficacy of Different Vegetable Oils as Grain Protectants Against Pulse Beetle, (**Callosobruchis chinensis L.**) in Increasing Storability of Pigeonpea. J. Stored Prod. Res. Vol. 28, No. 3, pp. 153-156, 1992. India.
8. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Cultivo del Frijol. Unidad de Comunicación Social. 1986.

9. Bressani, R.; L. Elías y M. Flores. Los Problemas potenciales en el Almacenamiento de las Leguminosas de Grano comestible en América Latina. Marzo 1973.

10. Don Pedro, K. N. Mechanisms of Action of Some Vegetable Oils Against *Sitophilus Zeamais* Motsh (Coleoptera: Curculionidae) on Wheat. J. Stored Prod. Res. Vol. 25, No. 4, pp. 217-223., 1989. Nigeria

ANEXO

Tabla No. 1 Características de la Calidad del Grano en frijol Comen

Atributo	Alcance
Producción	Rendimientos estables y altos Seguro y homogéneo de 2 años
Cosecha	Buena separación y recuperación del grano de la vaina Baja pérdida de grano
Almacenamiento	Resistente a insectos y moho Baja pérdida de grano
Ejecución de la cocción	Buena hidratación Tempos de cocción cortos Bajo consumo de agua Preservación del color Bajo contenido de almidón
Disponibilidad	Libre de factores antinutricionales Baja digestibilidad y mal sabor

ANEXO

Tabla No. 1 Características de la Calidad del Grano en frijol Común

Área	Atributo
Producción	Rendimientos estables y altos Secado homogéneo de la vaina
Cosecha	Buena separación y recuperación del grano de la vaina Color y tamaño uniforme
Almacenamiento	Resistente a insectos y endurecimiento Estabilidad del color de la semilla
Procesamiento	Rápida hidratación Tiempos de cocción cortos Caldo viscoso Estabilidad del color Bajo contenido de cáscara
Biodisponibilidad	Libre de factores antinutricionales Alta digestibilidad y calidad proteica

ANEXO 1A

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 5°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY TCOC
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	70.833	4	17.708	1.545	.237
TALM	54.167	3	18.056	1.576	.234
ACEI	16.667	1	16.667	1.455	.245
2-way Interactions	41.667	3	13.889	1.212	.337
TALM ACEI	41.667	3	13.889	1.212	.337
Explained	112.500	7	16.071	1.403	.271
Residual	183.333	16	11.458		
Total	295.833	23	12.862		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY TCOC
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	1229.167	4	307.292	36.875	.000
TALM	1228.125	3	409.375	49.125	.000
ACEI	1.042	1	1.042	.125	.728
2-way Interactions	136.458	3	45.486	5.458	.009
TALM ACEI	136.458	3	45.486	5.458	.009
Explained	1365.625	7	195.089	23.411	.000
Residual	133.333	16	8.333		
Total	1498.958	23	65.172		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY TCO
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	3104.833	4	776.208	53.378	.000
TALM	3104.458	3	1034.819	71.162	.000
ACEI	.375	1	.375	.026	.874
2-way Interactions	99.458	3	33.153	2.280	.118
TALM ACEI	99.458	3	33.153	2.280	.118
Explained	3204.292	7	457.756	31.479	.000
Residual	232.667	16	14.542		
Total	3436.958	23	149.433		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY TCO
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	31.500	4	7.875	10.750	.000
TALM	21.500	3	7.167	14.333	.000
ACEI	10.000	1	10.000	13.333	.000
2-way Interactions	4.500	3	1.500	2.000	.069
TALM ACEI	4.500	3	1.500	2.000	.069
Explained	36.000	7	5.143	7.333	.000
Residual	14.000	16	.875		
Total	50.000	23	2.174		

ANEXO 1B

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 5°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	7.000	4	1.750	1.826	.173
TALM	6.833	3	2.278	2.377	.108
ACEI	.167	1	.167	.174	.682
2-way Interactions	5.500	3	1.833	1.913	.168
TALM ACEI	5.500	3	1.833	1.913	.168
Explained	12.500	7	1.786	1.863	.143
Residual	15.333	16	.958		
Total	27.833	23	1.210		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	21.500	4	5.375	10.750	.000
TALM	21.500	3	7.167	14.333	.000
ACEI	.000	1	.000	.000	1.000
2-way Interactions	4.333	3	1.444	2.889	.068
TALM ACEI	4.333	3	1.444	2.889	.068
Explained	25.833	7	3.690	7.381	.000
Residual	8.000	16	.500		
Total	33.833	23	1.471		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PAA
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	27.833	4	6.958	1.856	.168
TALM	27.792	3	9.264	2.470	.099
ACEI	.042	1	.042	.011	.917
2-way Interactions	6.125	3	2.042	.544	.659
TALM ACEI	6.125	3	2.042	.544	.659
Explained	33.958	7	4.851	1.294	.314
Residual	60.000	16	3.750		
Total	93.958	23	4.085		

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PAA
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	33.958	4	8.489	2.273	.085
TALM	33.917	3	11.305	2.973	.035
ACEI	.042	1	.042	.011	.917
2-way Interactions	6.125	3	2.042	.544	.659
TALM ACEI	6.125	3	2.042	.544	.659
Explained	40.083	7	5.726	1.523	.185
Residual	53.875	16	3.367		
Total	93.958	23	4.085		

ANEXO 1C

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 5°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects					
TALM	41.833	4	10.458	7.382	.001
ACEI	28.333	3	9.444	6.667	.004
ACEI	13.500	1	13.500	9.529	.007
2-way Interactions					
TALM ACEI	4.833	3	1.611	1.137	.364
TALM ACEI	4.833	3	1.611	1.137	.364
Explained	46.667	7	6.667	4.706	.005
Residual	22.667	16	1.417		
Total	69.333	23	3.014		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects					
TALM	33.833	4	8.458	7.519	.001
ACEI	5.667	3	1.889	1.679	.211
ACEI	28.167	1	28.167	25.037	.000
2-way Interactions					
TALM ACEI	6.167	3	2.056	1.827	.183
TALM ACEI	6.167	3	2.056	1.827	.183
Explained	40.000	7	5.714	5.079	.003
Residual	18.000	16	1.125		
Total	58.000	23	2.522		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C

ANEXO 10

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
BY TLM
ACEI ANALYSIS OF VARIANCE

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	90.833	4	22.708	14.730	.000
TLM	89.792	3	29.931	19.414	.000
ACEI	1.042	1	1.042	.676	.423
2-way Interactions	3.458	3	1.153	.748	.539
TLM ACEI	3.458	3	1.153	.748	.539
Explained	94.292	7	13.470	8.737	.000
Residual	24.667	16	1.542		.001
Total	118.958	23	5.172		.001

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
BY TLM
ACEI ANALYSIS OF VARIANCE

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	41.633	4	10.408	83.000	.000
TLM	41.010	3	13.670	83.902	.000
ACEI	.623	1	.623	3.326	.076
2-way Interactions	3.928	3	1.309	8.032	.001
TLM ACEI	3.928	3	1.309	8.032	.001
Explained	45.561	7	6.509	39.347	.000
Residual	2.408	16	.151		.001
Total	47.969	23	2.086		.001

ANEXO 1D

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 5°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PHG TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		39.050	4	9.762	45.115	.000
TALM		30.766	3	10.255	47.393	.000
ACEI		8.284	1	8.284	38.281	.000
2-way Interactions		5.841	3	1.947	8.998	.001
TALM ACEI		5.841	3	1.947	8.998	.001
Explained		44.891	7	6.413	29.636	.000
Residual		3.462	16	.216		
Total		48.353	23	2.102		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PHG TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		41.083	4	10.271	63.008	.000
TALM		41.030	3	13.677	83.902	.000
ACEI		.053	1	.053	.326	.576
2-way Interactions		3.928	3	1.309	8.032	.002
TALM ACEI		3.928	3	1.309	8.032	.002
Explained		45.011	7	6.430	39.447	.000
Residual		2.608	16	.163		
Total		47.619	23	2.070		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C

NUMERO 2A

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PHG
TALM
ACEI

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	57.630	4	14.407	78.706	.000
TALM	54.591	3	18.197	99.408	.000
ACEI	3.039	1	3.039	16.601	.001
2-way Interactions	.037	3	.012	.067	.976
TALM ACEI	.037	3	.012	.067	.976
Explained	57.667	7	8.238	45.004	.000
Residual	2.929	16	.183		
Total	60.596	23	2.635		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PHG
TALM
ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	67.810	2	33.905	18.605	.001
TALM	60.110	1	60.110	35.125	.000
ACEI	7.700	1	7.700	4.125	.020
2-way Interactions	18.700	1	18.700	10.125	.000
TALM ACEI	18.700	1	18.700	10.125	.000
Explained	67.810	2	33.905	18.605	.001
Residual	12.786	8	1.598		
Total	80.596	10	8.059		

ANEXO 2A

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

Source of Variation	TCOC BY TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects		254.167	2	127.083	8.714	.010
TALM		252.083	1	252.083	17.286	.003
ACEI		2.083	1	2.083	.143	.715
2-way Interactions		52.083	1	52.083	3.571	.095
TALM ACEI		52.083	1	52.083	3.571	.095
Explained		306.250	3	102.083	7.000	.013
Residual		116.667	8	14.583		
Total		422.917	11	38.447		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

Source of Variation	TCOC BY TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects		620.833	2	310.417	18.625	.001
TALM		602.083	1	602.083	36.125	.000
ACEI		18.750	1	18.750	1.125	.320
2-way Interactions		18.750	1	18.750	1.125	.320
TALM ACEI		18.750	1	18.750	1.125	.320
Explained		639.583	3	213.194	12.792	.002
Residual		133.333	8	16.667		
Total		772.917	11	70.265		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY TCOC
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	470.833	2	235.417	22.600	.001
TALM	468.750	1	468.750	45.000	.000
ACEI	2.083	1	2.083	.200	.667
2-way Interactions	18.750	1	18.750	1.800	.217
TALM ACEI	18.750	1	18.750	1.800	.217
Explained	489.583	3	163.194	15.667	.001
Residual	83.333	8	10.417		
Total	572.917	11	52.083		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY TCOC
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	907.333	2	453.667	12.401	.004
TALM	867.000	1	867.000	23.699	.001
ACEI	40.333	1	40.333	1.103	.324
2-way Interactions	12.000	1	12.000	0.328	.583
TALM ACEI	12.000	1	12.000	0.328	.583
Explained	919.333	3	306.444	8.377	.008
Residual	292.667	8	36.583		
Total	1212.000	11	110.182		

ANEXO 2B

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PAA TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		14.167	2	7.083	21.250	.001
TALM		14.083	1	14.083	42.250	.000
ACEI		.083	1	.083	.250	.631
2-way Interactions		.083	1	.083	.250	.631
TALM ACEI		.083	1	.083	.250	.631
Explained		14.250	3	4.750	14.250	.001
Residual		2.667	8	.333		
Total		16.917	11	1.538		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PAA TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		19.333	2	9.667	4.000	.063
TALM		16.333	1	16.333	6.759	.032
ACEI		3.000	1	3.000	1.241	.298
2-way Interactions		1.333	1	1.333	.552	.479
TALM ACEI		1.333	1	1.333	.552	.479
Explained		20.667	3	6.889	2.851	.105
Residual		19.333	8	2.417		
Total		40.000	11	3.636		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PAA
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	8.333	2	4.167	2.941	.110
TALM	5.333	1	5.333	3.765	.088
ACEI	3.000	1	3.000	2.118	.184
2-way Interactions	.000	1	.000	.000	1.000
TALM ACEI	.000	1	.000	.000	1.000
Explained	8.333	3	2.778	1.961	.199
Residual	11.333	8	1.417		
Total	19.667	11	1.788		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PAA
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	.833	2	.417	.111	.896
TALM	.750	1	.750	.200	.667
ACEI	.083	1	.083	.022	.885
2-way Interactions	.083	1	.083	.022	.885
TALM ACEI	.083	1	.083	.022	.885
Explained	.917	3	.306	.081	.968
Residual	30.000	8	3.750		
Total	30.917	11	2.811		

ANEXO 2C

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	13.667	2	6.833	3.905	.066
TALM	5.333	1	5.333	3.048	.119
ACEI	8.333	1	8.333	4.762	.061
2-way Interactions	1.333	1	1.333	.762	.408
TALM ACEI	1.333	1	1.333	.762	.408
Explained	15.000	3	5.000	2.857	.105
Residual	14.000	8	1.750		
Total	29.000	11	2.636		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	13.500	2	6.750	2.531	.141
TALM	6.750	1	6.750	2.531	.150
ACEI	6.750	1	6.750	2.531	.150
2-way Interactions	2.083	1	2.083	.781	.403
TALM ACEI	2.083	1	2.083	.781	.403
Explained	15.583	3	5.194	1.948	.201
Residual	21.333	8	2.667		
Total	36.917	11	3.356		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PG
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	6.667	2	3.333	1.905	.211
TALM	5.333	1	5.333	3.048	.119
ACEI	1.333	1	1.333	.762	.408
2-way Interactions	.000	1	.000	.000	1.000
TALM ACEI	.000	1	.000	.000	1.000
Explained	6.667	3	2.222	1.270	.348
Residual	14.000	8	1.750		
Total	20.667	11	1.879		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PG
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	41.667	2	20.833	7.353	.015
TALM	33.333	1	33.333	11.765	.009
ACEI	8.333	1	8.333	2.941	.125
2-way Interactions	.333	1	.333	.118	.740
TALM ACEI	.333	1	.333	.118	.740
Explained	42.000	3	14.000	4.941	.031
Residual	22.667	8	2.833		
Total	64.667	11	5.879		

ANEXO 2D

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PHG TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		10.642	2	5.321	74.017	.000
TALM		10.566	1	10.566	146.966	.000
ACEI		.077	1	.077	1.068	.332
2-way Interactions		.015	1	.015	.204	.663
TALM ACEI		.015	1	.015	.204	.663
Explained		10.657	3	3.552	49.413	.000
Residual		.575	8	.072		
Total		11.232	11	1.021		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 22°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

* * * ANALYSIS OF VARIANCE * * *

BY	PHG TALM ACEI	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Source of Variation						
Main Effects		13.119	2	6.560	72.487	.000
TALM		13.104	1	13.104	144.812	.000
ACEI		.015	1	.015	.162	.697
2-way Interactions		.013	1	.013	.147	.711
TALM ACEI		.013	1	.013	.147	.711
Explained		13.132	3	4.377	48.374	.000
Residual		.724	8	.090		
Total		13.856	11	1.260		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 50%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PHG
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	8.188	2	4.094	13.831	.003
TALM	7.161	1	7.161	24.194	.001
ACEI	1.027	1	1.027	3.469	.100
2-way Interactions	.350	1	.350	1.183	.308
TALM ACEI	.350	1	.350	1.183	.308
Explained	8.538	3	2.846	9.615	.005
Residual	2.368	8	.296		
Total	10.906	11	.991		

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 35°C
 HUMEDAD RELATIVA = 75%

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY PHG
 TALM
 ACEI

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	28.982	2	14.491	20.756	.001
TALM	28.954	1	28.954	41.473	.000
ACEI	.028	1	.028	.040	.846
2-way Interactions	.411	1	.411	.588	.465
TALM ACEI	.411	1	.411	.588	.465
Explained	29.393	3	9.798	14.034	.001
Residual	5.585	8	.698		
Total	34.978	11	3.180		