

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE DOS INHIBIDORES  
DE LA BROTACION EN PAPA ALMACENADA PARA CONSUMO  
EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO**

**TESIS**

*Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala*

*Por*

**WERNER RODERICO OVALLE SAENZ**

*en el acto de su investidura como*

**INGENIERO AGRONOMO**

*En el grado académico de*

**LICENCIADO  
EN CIENCIAS AGRICOLAS**

*Guatemala, Septiembre de 1982*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

*Dr. Eduardo Meyer*

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	<i>Dr. Antonio Sandoval Sagastume</i>
VOCAL 1o.	<i>Ing. Agr. Oscar Leiva Ruano</i>
VOCAL 2o.	<i>Ing. Agr. Gustavo Méndez</i>
Vocal 3o.	<i>Ing. Agr. Fernando Vargas</i>
VOCAL 4o.	<i>M.E.P.U. Leonel Enriquez Durán</i>
VOCAL 5o.	<i>P.A. Roberto Morales</i>
SECRETARIO:	<i>Ing. Agr. Carlos René Fernández</i>

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO EN FUNCIONES:	<i>Dr. Antonio Sandoval Sagastume</i>
Examinador:	<i>Ing. Agr. Carlos Fernández</i>
Examinador:	<i>Ing. Agr. Ernesto González</i>
Examinador:	<i>Ing. Agr. Fredy Hernández</i>
Secretario:	<i>Ing. Agr. Carlos Salcedo</i>

01  
T(674)  
e.3

Quetzaltenango, 26 de Agosto de 1982

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Doctor Antonio Sandoval S.  
Presente

Estimado Señor Decano:

Deseo notificarle que he asesorado el trabajo de Tesis de grado para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO, del Bachiller Werner - Roderico Ovalle Sáenz. El trabajo titulado "EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE DOS INHIBIDORES DE LA BROTAION EN PAPA ALMACENADA PARA CONSUMO EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO", lo he encontrado satisfactorio y en mi opinión llena los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo indicado antes, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, con el fin de dar su visto bueno para que el estudiante Ovalle Sáenz pueda llevar a cabo su exámen de tesis.

Agradeciendo su atención,

Atentamente.

  
Inga Agr. Marcelo Velásquez.  
Asesor

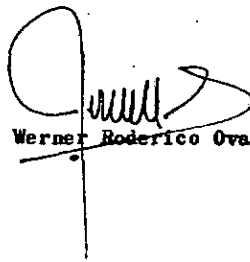
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, someto a su criterio el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE DOS INHIBIDORES  
DE LA BROTAION EN PAPA ALMACENADA PARA CONSUMO  
EN EL VALLE DE OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO"

Esperando merezca su aprobación

Respetuosamente



Br. Werner Rodérico Ovalle S.

**A MI FAMILIA**

**A MIS AMIGOS**

**A MIS MAESTROS**

## AGRADECIMIENTO

*A todas las personas y entidades que colaboraron en la realización del presente trabajo.*

*En especial*

*Al Ingeniero Agrónomo Marcelo Rubén Velásquez por su entusiasmo y constante apoyo.*

Los siguientes datos fueron recabados mediante la utilización de recursos del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas ICTA. Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publican con la debida autorización.

# CONTENIDO

Página

## LISTA DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS.

RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.	5
1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA PAPA	5
1.1. <i>Generalidades</i>	5
1.2. <i>Situación del cultivo en Guatemala.</i>	5
1.3. <i>La comercialización de la papa.</i>	8
1.3.1 <i>Organización del mercado.</i>	8
1.3.2 <i>Mecanismo de compra.</i>	9
2. EL ALMACENAMIENTO	11
2.1. <i>Definición</i>	11
2.2. <i>Generalidades</i>	11
2.3. <i>Almacenamiento de papa para semilla</i>	11
2.4. <i>Almacenamiento de papa para el consumo alimenticio</i>	12
2.4.1. <i>Importancia del almacenamiento.</i>	12
2.4.2 <i>Morfología y composición del tubérculo</i>	12
2.4.3 <i>Fisiología del tubérculo en almacenamiento.</i>	14
2.4.4 <i>Procesos que ocurren durante el almacenamiento.</i>	15
2.4.5 <i>Condiciones de almacenamiento.</i>	18
2.4.6 <i>Sistemas de ventilación.</i>	20



2.4.7	<i>Plagas del almacenamiento.</i>	20
2.4.8.	<i>Enfermedades del almacenamiento.</i>	22
2.4.9.	<i>Sistemas de almacenamiento utilizados.</i>	23
3.	<b>INHIBIDORES QUIMICOS DE LA BROTACION</b>	24
4.	<b>ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN GUATEMALA</b>	26
III.	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	29
1.	<b>MATERIAL EXPERIMENTAL</b>	29
1.1.	<i>Localización y características del sitio experimental.</i>	29
1.2.	<i>Material experimental.</i>	35
1.2.1.	<i>Variiedad</i>	35
1.2.2	<i>Productos evaluados</i>	35
1.2.3.	<i>Sistema de almacenamiento</i>	35
1.3.	<i>Esquema del silo.</i>	37
2.	<b>METODOLOGIA EXPERIMENTAL.</b>	38
2.1.	<i>Diseño experimental</i>	38
2.2.	<i>Tratamientos evaluados.</i>	38
2.3.	<i>Variables investigadas.</i>	39
2.4.	<i>Manejo del experimento.</i>	39
2.5.	<i>Análisis de los datos.</i>	40
2.6.	<i>Prueba de residualidad.</i>	40
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	41
V.	<b>CONCLUSIONES</b>	57
VI.	<b>RECOMENDACIONES</b>	57
VII.	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	59

## VIII. APENDICE

1. Cuadros de datos sin transformar	63
2. Prueba de Homogeneidad de varianzas (Bartlett)	66
3. Costo del silo rústico.	68

### LISTA DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS

#### CUADROS

1.—Porciento de pérdida de peso transformado	44
2.—Análisis de varianza de porciento de perdida de peso transformado	45
3.—Largo de brote transformado.	45
4.—ANDEVA de largo de brote transformado.	46
5.—Prueba de Duncan para largo de brote transformado.	46
6.—ANDEVA de peso de brotes transformado.	47
8.—Prueba de Duncan para peso de brotes transformado.	47
9.—Peso de papas podridas transformado.	48
10.—ANDEVA de peso de papas podridas transformado.	49
11.—Pérdida de peso por transpiración transformado.	49
12.—ANDEVA de pérdida de peso por transpiración transformado	50
13.—Porcentaje de brotación transformado.	50
14.—ANDEVA de porciento de brotación transformado.	51
15.—Prueba de Duncan para porciento de brotación transformado	51
16.—Número de brotes por tubérculo.	52
17.—Calificación de aspecto para mercado.	52
18.—Pérdida promedio de peso por tratamiento.	53

#### TABLAS

1.—Extensión sembrada con papas en países Centro-americanos.	6
2.—Exportaciones e importaciones de papa para Guatemala.	7

## FIGURAS

1.—	<i>Temperaturas ambiente máximas y mínimas. Promedio semanal para el período de estudio.</i>	30
2.—	<i>Temperatura del suelo. Promedio Semanal para el período de estudio.</i>	31
3.—	<i>Humedad relativa ambiental máximas y mínimas. Promedio semanal para el período de estudio.</i>	32
4.—	<i>Velocidad del viento. Promedio semanal para el período de estudio.</i>	33
5.—	<i>Silo rústico utilizado en el experimento.</i>	35
6.—	<i>Entrada de zanja de ventilación en silo abierto.</i>	37
7.—	<i>Esquema del silo rústico.</i>	37
8.—	<i>Tubérculos del tratamiento 1.</i>	54
9.—	<i>Tubérculos del tratamiento 2.</i>	54
10.—	<i>Tubérculos del tratamiento 3.</i>	55
11.—	<i>Tubérculos del tratamiento 4.</i>	55
12.—	<i>Tubérculos del tratamiento 6.</i>	56
13.—	<i>Tubérculos de los tratamientos 4, 1 y 6</i>	56

## RESUMEN

En el altiplano occidental de Guatemala, zona que ocupa el primer lugar en área sembrada y producción de papa, los agricultores ven limitado su ingreso por concepto de venta de este producto, debido a que no existen sistemas de almacenamiento eficientes, lo que obliga al productor a vender inmediatamente después de la cosecha y en época de mucha oferta, en la que los precios sufren una merma considerable.

La evaluación de diferentes sistemas y métodos de almacenamiento, pueden permitir solucionar este problema.

El objetivo de este trabajo fué evaluar la efectividad de dos inhibidores de brotación en papa almacenada para consumo alimenticio, utilizando un silo rústico de pila, mejorando tiempo de almacenaje y eficiencia en conservación de calidad, siendo el comparador el testigo sin aplicación de producto inhibidor.

Los silos rústicos fueron establecidos en el centro de producción Labor Ovalle en Olinstepeque, Quezaltenangó, a una altitud de 2,407 m.s.n.m, utilizando la variedad de papa Tollocan y los inhibidores Prophan, Isopropyl-N- Phenylcarbamato (Bírgin®) é Isopropyl-m-Chlorocarbonilate (Sprout Nip®).

Los tratamientos se distribuyeron en forma completamente al azar, repetidos 4 veces y al final del experimento, se anotaron datos cuantitativos y cualitativos para su análisis.

La duración del almacenaje fué de 128 días entre los meses de Noviembre a Marzo, anotándose registros climáticos de ese período

Para la interpretación de los resultados, se efectuaron Análisis de Varianza y Prueba de medias de datos transformados.

*Las pérdidas de peso en el almacenamiento fueron estadísticamente iguales para todos los tratamientos, sin embargo las otras variables investigadas permiten afirmar que Isopropyl-m-Chlorocarbonilate, es el producto más efectivo, siendo los resultados de la aplicación de cualquiera de los dos productos, mejor que el almacenamiento sin inhibidor. Los beneficios por incremento en precio de venta fueron satisfactorios, aunque esta característica varía entre temporada y año agrícola, como consecuencia de variaciones en los volúmenes de oferta existentes.*

## I. INTRODUCCION

*En Guatemala la papa, debido a condiciones de clima, se puede cultivar durante todo el año y tiene importancia socioeconómica en varias comunidades del altiplano.*

*Los agricultores tienen factores adversos que limitan el potencial de rendimiento del cultivo; uno de ellos es que el mayor volumen de cosecha tiende a concentrarse en el período de Julio a Noviembre, en el cual ocurren bajas en el precio y problemas en su comercialización.*

*Una alternativa a este problema, es el almacenamiento del producto para sacarlo al mercado en períodos de escasez; sin embargo, en nuestro país, los agricultores carecen de sistemas de almacenamiento de papa para consumo, por lo que se ven obligados a venderla al cosechar, aunque el precio en el mercado sea bajo.*

*Algunos productores almacenan parte de su cosecha en condiciones inadecuadas; este almacenamiento deficiente trae como consecuencia una serie de problemas como: pudriciones, brotación, verdeo; lo que provoca una mala calidad y pérdida en el total de cosecha comercializada por el agricultor.*

*El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.), por medio del proyecto de papa, del programa de Hortalizas, ha establecido ensayos con el propósito de desarrollar experiencia sobre manejo y almacenamiento de papa, que sea factible de ser realizado por el agricultor de nuestro medio. Se ha desarrollado un sistema práctico, para conservar la papa para consumo alimenticio, utilizando un silo de pila. El tiempo que se ha logrado almacenar es de 3 meses, manteniendo la calidad y poca pérdida de peso, debido a que es necesario conservar la papa por más tiempo, se ha incluido el uso de inhibidores de brotación de la papa en almacenamiento, en el silo de pila. Ensayos preliminares evidencian que, la utilización de estos productos prolonga el*

*período de almacenaje, conservando la calidad.*

*La situación planteada justificó la realización de un ensayo experimental, estructurado de manera que permita hacer determinaciones, tanto cuantitativas como cualitativas, de la calidad de la papa almacenada y tratada con diferentes productos inhibidores, lo que permitiría conocer que producto es el más eficiente durante determinado período de tiempo.*

### **OBJETIVOS:**

- a) *Evaluar la efectividad de dos productos inhibidores de la brotación, en papa almacenada para consumo alimenticio, comparado con la calidad del material almacenado en condiciones de silo de pila, sin ningún producto.*
- b) *Mejorar la eficiencia en la conservación y tiempo de almacenaje en silo de pila.*

### **HIPOTESIS:**

- 1. *Los lotes de papa tratados con los dos productos inhibidores, no mostrarán diferencias en calidad entre sí; y tampoco con los lotes almacenados sin producto.*
- 2. *La eficiencia en la conservación y el tiempo de almacenaje, no se verán incrementados con el uso de inhibidores.*

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA PAPA

#### 1.1. GENERALIDADES.

*Númerosos países del mundo se esfuerzan por extender el cultivo de la papa por su potencial de rendimiento; y por tratarse de un producto alimenticio de alto valor nutritivo gracias a su contenido de fécula, proteína, vitaminas, sales minerales y otras sustancias; además, se puede consumir en formas muy variadas. (26, 4).*

*Como fuente importante de energía, se puede mencionar que produce 3-4 veces más que el maíz y 10 o más veces que los cereales pequeños. (15).*

*Con relación a lo anterior, la producción de materia seca por unidad de superficie en el cultivo de papa sobrepasa a la del trigo, cebada y maíz en un orden de 3.04, 2.68 y 1.12 (21).*

*Su relación en cuanto a producción de proteína por unidad de área, sobrepasa a la del trigo y arroz en el orden de 2.02 y 1.33 respectivamente. Por todo lo anterior se le considera como fuente de gran potencial para contribuir a la solución de problemas, en la falta de alimentos en los países en desarrollo. (21, 27).*

#### 1.2. SITUACION DEL CULTIVO EN GUATEMALA Y SU IMPORTANCIA.

*En Guatemala, el cultivo de la papa ha adquirido importancia por existir condiciones excelentes de clima y suelo para su producción. Cuando se cultiva aplicando una tecnología adecuada, sus rendimientos pueden producir ganancias apreciables para el productor (13).*

*En Guatemala se cultiva aproximadamente 10,000 hectáreas,*



obteniéndose una producción anual de 52,645 toneladas métricas, con un promedio de 5.7 T.M./Ha. (4).

La importancia que merece el cultivo en el altiplano occidental, es significativa ya que en ella se producen cerca de 30,266 toneladas métricas en una extensión de 2,806 hectáreas, siendo la producción 10.77 T.M./Ha. (15).

La importancia que en nuestro país ha cobrado el cultivo de la papa, se refleja en la siguiente tabla:

**TABLA 1**

**EXTENSION SEMBRADA CON PAPAS EN PAISES  
CENTROAMERICANOS**

<b>PAISES</b>	<b>EXTENSION SEMBRADA (Aproximada Has.)</b>
<i>Panamá</i>	1,000
<i>Costa Rica</i>	2,000
<i>Nicaragua</i>	300
<i>Honduras</i>	1,000
<i>El Salvador</i>	400
<i>Guatemala</i>	10,000

**Fuente: (15)**

*En el resto de países centroamericanos existe demanda, tanto de papa para consumo, como de papa para semilla; situación que se puede aprovechar en nuestro país. Dicha demanda puede deducirse que existe, si observamos la tabla siguiente:*

**TABLA II**  
**EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE GUATEMALA**  
**(T.M. de papa)**

<b>AÑO</b>	<b>EXPORTACIONES</b>	<b>IMPORTACIONES</b>
1975	19,607	2.4
1976	17,386	20.0
1977	14,606	0.265
1978	17,140	1.5
1979	28,880	1.5

**Fuente: (12)**

*Las cifras anteriores se refieren a compras y ventas con El Salvador, Nicaragua, Honduras y Costa Rica.*

*En Guatemala el 90o/o de cultivadores de papa, son pequeños agricultores que siembran entre 0.1 y 2 hectáreas; el 80/o cultiva de 2 a 5 hectáreas y el 2o/o restante, agricultores grandes y grupos cooperativistas; que cultivan mas de 5 hectáreas. (15). Estas cifras reflejan que, la papa aún sin constituir un alimento básico en nuestro país, desempeña un papel de gran importancia en el orden Socio-económico. (15).*

*Además de lo indicado, la papa es un cultivo que representa un buen recurso como parte de un plan de conservación de suelos y rotación de cultivos; a la vez que puede sembrarse, asociada con maíz. (13)*

### 1.3. LA COMERCIALIZACION DE LA PAPA.

*La comercialización de la papa, al igual que otros productos agrícolas; tiene problemas como variaciones en el precio, debido a que en los meses de mayor oferta, sus precios descienden a niveles que a veces son más bajos que los costos de producción. (9).*

*En la comercialización tradicional, el número de personas que participa en la distribución es, en algunos casos innecesario, ya que para que la papa llegue al consumidor, tiene que pasar por varios intermediarios, los que provoca que el productor reciba precios bajos y el consumidor pague precios altos. (9). Los márgenes de ganancia de los intermediarios determina, que las variaciones en los precios sean más pronunciadas para el consumidor final, que para los productores (11). Estos márgenes de ganancia, son tan amplios que pueden absorber oscilaciones de precios de más del 250/o, lo que indica, que podría estimularse el consumo si los productores se organizaran de manera que, pudieran colocar su producto en los mercados finales. (11).*

*Otro aspecto que incide negativamente en la comercialización, es la falta de bodegas para el almacenamiento; también se suma la necesidad de los agricultores de vender en forma rápida después de la cosecha, ya que en esa temporada necesitan recuperar sus gastos, debido en parte, a la falta de una política crediticia acorde a las necesidades del cultivo y para la comercialización. (14, 9)*

#### 1.3.1 Organización del mercado.

*En Guatemala el mercado de papa, se diferencia en mercado de venta al por mayor y al por menor. En el primero, la venta se efectúa en mercados importantes de la capital (la terminal) y cabeceras departamentales. En el segundo, la venta existe por lo general, en todo el país; ocurre en pequeños mercados de la capital, supermercados, tiendas y comerciantes ambulantes. (9). El producto es clasificado*

por los productores en la cosecha, para comercializarlo en las categorías ó clases; primera y segunda. Las terceras son para los mercados locales, en las comunidades de producción. (29).

La organización del mercado, a nivel centroamericano; presenta similitud con el mercado Guatemalteco; se tiene presencia de un mercado central mayorista, y, además, existen mercados minoristas que son abastecidos directamente por mayoristas. (9).

El grado de organización es deficiente para una adecuada comercialización del producto; la infraestructura existente, no garantiza un adecuado manipuleo de la papa. (9).

### 1.3.2 Mecanismo de Compra.

En la comercialización de la papa intervienen como se indicó, según el esquema tradicional, varios operadores comerciales además del productor; éstos son:

*Intermediario local:* Reúne pequeños volúmenes en la zona de producción; generalmente dá financiamiento al productor y a la vez, es productor.

*Intermediario camionero:* Reúne volúmenes directamente del productor; es propietario del transporte o lo alquila y es quien lo lleva a los mercados.

*Mayorista del mercado la terminal:* Se establece en forma permanente en el mercado mayorista, donde alquila un local, para concentrar volúmenes de papa mientras ésta es vendida.

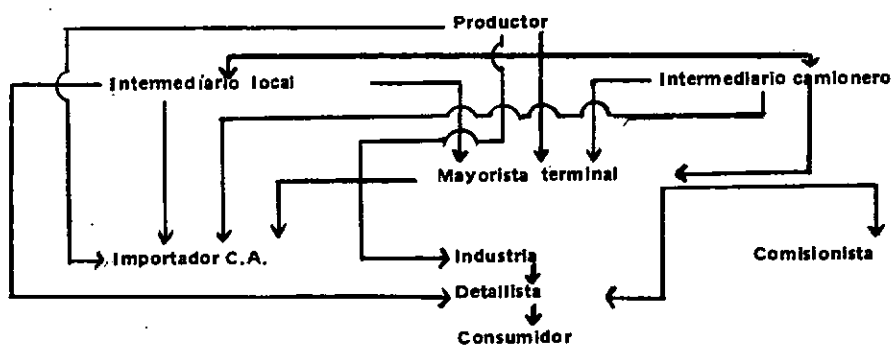
*Comisionista:* Coloca el producto, a partir del mayorista de la terminal, poniéndolo en contacto con posibles compradores como: hospitales, centros educativos, centros de detención.

*Importador centroamericano: Compra, transporta y coloca el producto en los mercados centroamericanos.*

*Industria: Transforma el producto, especialmente en papalina.*

*Minorista o detallista: Distribuye el producto a los consumidores. (9)*

### Canal de Comercialización Actual en el Mercado Interno



Fuente: (9)

## 2. EL ALMACENAMIENTO.

### 2.1 DEFINICION.

*Shaw, citado por Barrios (4), define de la siguiente manera: "almacenamiento es el cuidado que se le da al producto de la cosecha por un período de tiempo, con el objeto de obtener un apropiado abastecimiento de alimentos y semillas para la próxima siembra".*

### 2.2 GENERALIDADES

*El problema de la conservación de la papa, es tan antiguo como su cultivo. (28) Durante el imperio Inca, los indios deshidrataban la papa por congelaciones y descongelaciones sucesivas, aprovechando el intenso frío durante la noche, y el calor del sol durante el día. Macerándola con los pies, le extraían el agua hasta la sequedad, obteniendo el "chuño", que podía ser almacenado indefinidamente.*

*Tanto la papa para consumo como la papa para semilla, deben ser almacenadas por algún tiempo. (6) El tubérculo es un órgano viviente, y por lo mismo, al ser almacenado debe hacerse bajo condiciones específicas, a fin de minimizar las pérdidas de peso y calidad. La temperatura de almacenaje y la humedad del aire, juegan un papel muy importante en la restricción de las pérdidas, y en mantenimiento de la calidad (6).*

### 2.3 ALMACENAMIENTO DE PAPA PARA SEMILLA.

*El almacenaje de semilla se basa en principios especiales, ya que la finalidad es lograr brotes cortos, verdeo de tubérculos, brotes abundantes y, a la vez, prolongar la calidad fisiológica de la semilla. (27). Para lograrlo (15), se requiere de una temperatura no mayor de 10 grados centígrados, ni menor de 2 y una humedad relativa de 80-90o/o. Si la humedad relativa es mayor, las raicillas de la base empiezan a crecer, muriendo antes de la plantación y retrasando la emergencia,*

hasta la formación de otras en el suelo (4).

*La semilla se debe almacenar de modo que reciba luz indirecta del sol, para lograr el verdeo del tubérculo (4, 6, 15). Esto es conveniente porque la semilla verdeada dá buena planta y no es apetecida por plagas. La presencia de luz indirecta, inhibe la elongación de los internodos de los brotes logrando que sean cortos y robustos, lo que evita su desprendimiento al manipularlos en la siembra. (4, 15)*

## **2.4 ALMACENAMIENTO DE PAPA PARA CONSUMO ALIMENTICIO.**

*En nuestro país existe mucho descuido en el almacenamiento de papa, lo que provoca pérdidas, haciendo que la necesidad de almacenar sea cada vez más urgente. Una de las ventajas de la conservación de las papas, es que se mantiene la calidad para poder vender en épocas de poca oferta; regulando así la oferta en una determinada temporada, logrando mejores precios para el productor y consumidor. (21, 27, 26).*

### **2.4.1. Importancia del almacenamiento.**

*Uno de los factores que limita el aumento de la producción de papa en Guatemala, es la carencia de instalaciones para la conservación del tubérculo. (11). Un gran porcentaje de la cosecha, se pierde antes de que el productor consiga colocar su papa en un mercado bien remunerado. Roskamp (26), indica que "el almacenamiento efectivo y barato de la papa, es un eslabón indispensable para estabilizar precios remunerativos al productor y justos al consumidor. Una vez que ésto se ha logrado, el productor se beneficia adicionalmente al no tener una merma significativa del producto ya cosechado".*

### **2.4.2. Morfología y composición del tubérculo.**

*El tubérculo, que botánicamente es un tallo subterráneo, se*

origina por engrosamiento de un estolón que a su vez, es un tallo subterráneo que crece más o menos horizontalmente, formando pequeñas hojuelas, botones laterales y un botón terminal, compuesto de varias hojuelas. (31)

La longitud del estolón al formar el tubérculo es variable, y depende la variedad y otras condiciones como: duración del día, temperatura y precipitación (31)

El número de ojos de un tubérculo es bastante variable, dependiendo de la variedad, tamaño del tubérculo y condiciones de crecimiento. Estos se encuentran colocados en espiral sobre la superficie del tubérculo, y en forma similar a la de los botones laterales de un tallo aéreo. El borde de la cavidad en la que están situadas las yemas del ojo, es el remanente de una hojuela; constituyendo el ojo la axila de una hoja en una parte del tallo. (4)

En el centro del ojo, se encuentra en muchos casos el botón principal, presentando a ambos lados un botón lateral; próximos a los botones laterales, se notan protuberancias que son el comienzo del desarrollo de las raíces. (31).

Todo el tubérculo, es un sistema morfológico ramificado y no una simple rama; en su ápice llevan muchas yemas y muy pocas en su lado proximal. (15)

La papa en su composición bioquímica, consta de un 65 a un 80o/o de almidón y 4 a 8o/o de proteína en materia seca (4).

Según Molina (15), su contenido de almidón es de 65 a 75o/o en base seca, equivalente al 13-15o/o en base fresca; ácido ascórbico (vitamina C) 70 a 80 mg. por 100 gramos de materia seca.



### 2.4.3. Fisiología del tubérculo en almacenamiento.

*El comportamiento fisiológico de los tubérculos en almacenamiento, es influido por varios factores, como prácticas culturales en período vegetativo, estado de maduración al momento de la cosecha, aplicación de sustancias químicas y características del medio ambiente en almacenamiento tales como: temperatura, humedad y ventilación. (6, 24, 28).*

*Uno de los cambios más importantes, es el equilibrio entre los contenidos de azúcares y almidón. (4). Este equilibrio afecta por conversión del almidón en azúcares, y formación de almidón a partir de azúcares, también ocurre conversión de un tipo de azúcar en otro. La conversión de almidón en azúcar; aumenta al bajar la temperatura, mientras que decrece la respiración y formación de almidón.*

*Ezeta, citado por Sola (28), indica que los tubérculos almacenados pasan por tres períodos:*

- a) Período de cura, en el que ocurre gran actividad fisiológica con mucha pérdida de agua por respiración y transpiración. Es el período en el que pueden penetrar organismos patógenos por heridas.*
- b) Período de dormancia, con baja intensidad de respiración y transpiración.*
- c) Período de brotación, en el que aumenta la intensidad de respiración y se inicia el desarrollo y crecimiento de brotes.*

*La dormancia (24, 28), es un período de receso normal después de la cosecha, y varía dependiendo de la variedad y edad fisiológica de los tubérculos. En este período, los tubérculos no brotan, aunque estén en un medio adecuado para ese proceso. Las temperaturas bajas prolongan el tiempo de reposo, pero, temperaturas altas por*

3 o 4 semanas pueden interrumpirlo. La diferencia de dormancia o reposo con latencia es que, en el primer caso, la paralización temporal del crecimiento de meristemos es debido a causas internas, mientras que en la latencia, la inhibición del crecimiento es por causas externas.

#### 2.4.4 Procesos que ocurren durante el almacenamiento.

##### 2.4.4.1 Respiración.

La respiración ocurre por el hecho de que el tubérculo es un órgano viviente. (6). La energía requerida para los procesos de vida, se produce mediante la respiración, librando en consecuencia, dióxido de carbono, humedad y calor, a partir de oxígeno y carbohidratos. (13).

La temperatura influye en el grado de respiración, y ésta se puede estimar midiendo el grado al cual se libera el dióxido de carbono (Hesen 1960). (6).

Burton, et. al. (1955) (6), estableció que el calor producido en los procesos de respiración, puede ser estimado en 2.5 kilocalorías por gramo de dióxido de carbono liberado. Además, determinó que el grado de respiración es mínimo a 5 grados centígrados, aumentando conforme aumenta la temperatura, y también si esta disminuye, siendo éste último, debido a que a temperaturas menores de 5 grados centígrados la concentración de azúcares aumenta.

La liberación de energía de los alimentos durante la respiración, disminuye la posibilidad de conservar los productos vegetales, además de reducir su peso, la disminución de la respiración es una buena técnica para conservarlos y esto se puede conseguir de tres maneras: (28)

- a. Disminuyendo la concentración de oxígeno.
- b. Incrementando la concentración de anhídrido carbónico.
- c. Deshidratando los tejidos ya que el agua es un sustrato de

## *respiración.*

*En a y b, se tienen problemas de formación de productos tóxicos y resulta antieconómico.*

### **2.4.4.2 Brotación.**

*La brotación y el período de dormancia, son los factores más importantes para determinar el tiempo de almacenaje de la papa. (28).*

*Después de la cosecha, el período de dormancia está sujeto a varias condiciones como: variedad, edad fisiológica a la cosecha y temperatura de almacenamiento, por ello, la dormancia será más corta, si durante el cultivo hubo poca humedad y alta temperatura. (6)*

*Los brotes siempre causarán una cierta cantidad de pérdidas, pues las papas pierden turgencia, como consecuencia de una elevación en la respiración y evaporación. Además el proceso está acompañado por un alza en la actividad de la amilasa, un posible incremento en la actividad de un sistema flavo-proteína-oxidasa, hidrólisis de proteínas y translocación de prolina, desde el tubérculo a los brotes. (28, 6)*

*Además de la brotación visible, puede ocurrir una brotación interna en algunas variedades (6). Se ha observado que cuando ya existe brotación externa y se aplican inhibidores, ocurre un crecimiento lateral de los brotes, que cuando está localizado en la base del mismo provoca brotación interna. Además se asocia dicho tipo de brotamiento, con la acumulación de dióxido de carbono en la bodega, no descontando la posibilidad, de que la compresión de los tubérculos en almacenamiento incremente el desarrollo de brotes internos.*

### **2.4.4.3 Pérdida de peso.**

*Los tubérculos pierden agua por evaporación, aunque no se pierde materia seca como en la respiración. En la brotación y deterioramiento de los tubérculos, las pérdidas debidas a evaporación son*

mucho mayores. El proceso físico de evaporación se vé influido principalmente por condiciones de aire y permeabilidad de la cáscara del tubérculo; por lo tanto no ocurrirá evaporación, si el aire está saturado y la temperatura del mismo es igual a la del tubérculo. En la practica, no es posible almacenar en tales condiciones; más aún, esto involucra el riesgo de condensación (8).

Una reducción del 10o/o en contenido de agua, provoca que los tubérculos se tornen arrugados y esponjosos. (24, 28). Hay dos factores que intervienen en la cantidad de agua perdida:

- a. Cantidad de agua que puede tomar el aire que rodea los tubérculos antes de saturarse.
- b. Protección de la parte suberosa de la cáscara. (28).

La brotación, provoca pérdida de peso por aumentar el area de evaporación. La pérdida de agua en tubérculos germinados, puede alcanzar hasta un 12o/o en 5 meses y un 9o/o en papas no germinadas. (28).

#### 2.4.4.4. Cambios químicos.

En el tubérculo, durante el almacenamiento ocurren varios cambios químicos: (26, 28).

—A una disminución de aminoácidos corresponde generalmente, un aumento de proteínas y luego, el proceso inverso. Estos cambios son más rápidos si el periodo de reposo es corto. (28).

—El contenido de Nitrógeno total, es casi constante (28, 31).

—Cuando aumenta el metabolismo, el contenido de alcaloides se incrementa. (28)

—Ocurre pérdida de vitamina C, hasta el orden de un 50o/o o

más, después de algunos meses a bajas temperaturas. (26, 28, 31).

—El almidón se descompone en azúcares y a su vez, dependiendo de la temperatura, los azúcares se pueden agrupar, para formar almidón (28,31).

#### 2.4.5 Condiciones de almacenamiento.

Las papas solo pueden ser conservadas con pocas mermas durante un largo período de almacenamiento, si se encuentran en un ambiente propicio. Cuando las papas son almacenadas en condiciones desfavorables, se producen pérdidas por: pudrición, germinación, respiración y deterioros causados por el frío. (26). De lo dicho anteriormente, se deduce que, poco después de la cosecha deben ser almacenadas en ambientes secos y a baja temperatura, para restringir las pérdidas. (6, 24).

##### 2.4.5.1 Temperatura.

Los procesos vitales del tubérculo y los microorganismos, dependen de la temperatura existente. (27) Una temperatura elevada, fomenta actividades respiratorias, lo que provoca pérdidas en el producto. A unos 5 grados centígrados, la respiración es débil, siendo mínimo el desarrollo de hongos y bacterias; ésta es la temperatura óptima de almacenaje para papa de consumo. (27, 28, 31)

La curación de las heridas de los tubérculos, ocurre más rápidamente a temperaturas altas. (26) La temperatura óptima, para la suberización, está alrededor de los 15 grados centígrados, por lo que antes de bajar a la temperatura de almacenamiento, se debe permitir la suberización de la cáscara y las heridas; ésto se logra, manteniendo las papas durante 2 semanas después de la cosecha, en condiciones de buena ventilación y a unos 15-20 grados centígrados. (6). Estas temperaturas aumentan el riesgo de putrefacción, por lo que se deben secar las superficies de las papas y la tierra húmeda adherida. (28).

Las pérdidas de peso son mayores a altas temperaturas que a bajas; el aire teniendo una misma humedad relativa, absorbe más agua a mayor temperatura. (26).

La temperatura de conservación, se relaciona con el destino del producto: para consumo 6-7 grados C., industria 8-10 grados C. y para semilla 3-4 grados C. Dichas temperaturas se deben alcanzar gradualmente 1 ó 2 grados de reducción al día. (15, 24, 28).

Los deterioros por el frío, se producen a temperaturas muy bajas; las papas pueden congelarse a menos de cero grados centígrados; después de esto, se deben calentar muy lentamente, para evitar que se formen cristales de hielo. A temperaturas inferiores a 8 grados centígrados, aumenta el riesgo de que los tubérculos sufran daños al ser desalmacenados y procesados; por eso, su temperatura debe ser elevada a más de 10 grados, antes de manipularlos después de sacarlos del almacén. (6).

#### 2.4.5.2 Humedad.

Después de llenar el almacén, el primer requisito para asegurar una buena conservación, es una adecuada humedad; los tubérculos y la tierra adherida deben estar secos. (27).

Cuando existe un excedente de agua, las papas y la tierra adherida están mojadas. (26) En las fases de transición, la papa tiene en su superficie una cantidad de agua superior a la normal; aunque no es visible. Los hongos y bacterias que se encuentran en la tierra adherida en la cáscara, y heridas se reproducen rápidamente y causan pudrición. Por esto, la actividad más importante es eliminar esta agua con una ventilación secadora, rápida é intensiva. Con este procedimiento, se logra secar y mumificar los tubérculos que estaban en fase de putrefacción.

Cuando existe un déficit de saturación, la humedad relativa es menor a 100/o y el aire absorbe agua; si este déficit es muy alto, el aire seco absorbe humedad de las papas, las cuales pueden contraerse y

marchitarse. Por todo lo indicado, se puede decir que lo ideal, es una humedad relativa de 90-95% (4,27).

#### 2.4.5.3 Composición del aire.

La composición del aire influye en las pérdidas de almacenamiento, el aire ambiental normal parece ser el más adecuado para tener pocas mermas en almacenamiento. Una elevación o disminución del porcentaje de oxígeno, es poco propicio. Si existe más de 1% de Dióxido de carbono, la putrefacción en húmedo aumenta, aunque esto sucede, solo si en el almacén no ocurre movimiento de aire. (6).

#### 2.4.6 Sistemas de ventilación

Las extensas investigaciones y experiencias en otros países, se han hecho para conocer las causas de las mermas del almacenamiento y la forma de evitarlas, y muestran que, sólo con un sistema de ventilación, acertadamente preparado, es posible obtener un almacenamiento con reducida cantidad de mermas. (26)

El agua de una pila de papas, solo puede ser eliminada cuando el aire está en condiciones de absorber humedad. (24, 26).

Sólo se puede obtener un secado protector de la cáscara, sin deshidratar los tubérculos, cuando el aire de entrada tiene una elevada humedad relativa y es más frío que las papas. (26)

##### 2.4.6.1. Ventilación natural.

Este tipo de ventilación, puede ser utilizado, tanto en sistemas de bodegas rústicas como en bodegas semisofisticadas. En ambos casos, las entradas de aire deben disponerse en dirección del viento predominante en la zona, para facilitar su ingreso. El almacén debe estar convenientemente aislado para evitar la entrada de aire caliente, y que el aire fresco necesario para mantener la temperatura, no escape (4).

En bodegas rústicas, pueden existir 2 tipos de sistemas de ventilación: (27)

- a) Sistema formado por una zanja de dimensiones variables, dependiendo del volumen de papas a conservar. Dicha zanja tiene uno de los extremos abierto para la entrada de aire. Sobre la zanja, y usando un soporte, se coloca una pila de papas que tiene en su parte superior un tubo o chimenea, para la salida del aire (27, 15)
- b) Sistema similar al anterior, con la variante de que, en vez de zanja, el conducto de ventilación es superficial, formado con reglas de madera sobre unos marcos triangulares.

En bodegas semi-sofisticadas, el sistema está formado por una cantidad variable de trampillas; dependiendo del tamaño del almacén y cuya función es, hermitizar el recinto contra el aire caliente exterior, y permitir el paso del aire frío exterior, generalmente durante la noche. (26)

#### 2.4.6.2 Ventilación mecánica.

Se utiliza en bodegas sofisticadas en las que el aire es impulsado por ventiladores eléctricos, corriendo a través de un sistema ramificado de ductos, que distribuyen el aire en toda la bodega, teniendo trampillas para entrada de aire frío y salida de aire caliente. En los sistemas sofisticados, existen 2 alternativas: (26)

- a. Usar como enfriador, el aire natural: En este caso, el sistema está dotado de termostatos que automáticamente hechan a andar el ventilador, si el aire exterior llega a una temperatura menor que el de las papas. En caso de que el aire exterior llegue a estar mas caliente, el ventilador se desconecta y las trampillas de entrada se cierran.



- b. Usar agentes refrigerantes: Si ésta es la situación, se utilizan como agentes reductores de temperatura, el freón o el amoníaco, los cuales, al evaporarse, toman calor del aire de su alrededor, ejerciendo de esta manera su acción refrigerante. En este caso, deben existir ventiladores que distribuyan el aire a través de ductos presurizados o succionados

#### 2.4.7. Plagas de almacenamiento.

En el altiplano, el problema más importante del cultivo de la papa es el ataque de la palomilla o polilla del tubérculo -*Scrobipal-popsis Solanivora* y *Pthorimaca operculella*-, pertenecientes al Orden *Lepidóptera*, familia *Gelechidae*. Su daño lo ocasiona al barrenar los tubérculos, tallos y ocasionalmente las hojas. Los adultos son palomillas de color café claro o grisáceo, con manchas café oscura en las alas anteriores, existiendo diferencias en tamaño y coloración de las alas entre especies. (11)

Los áfidos *Rhopalosiphum rufiabdominalis*: (Sasak) y *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Davidson), se alimentan de los tubérculos y brotes, considerando que causan serios daños a la papa, tanto en almacenamiento como dentro de la tierra (4).

#### 2.4.8. Enfermedades del almacenamiento.

Aparte de las pérdidas por respiración y evaporación, los microorganismos pueden causar graves pérdidas (6, 24). El factor más importante a controlar en este caso es el daño mecánico a la cáscara del tubérculo, pues este representa una entrada fácil a hongos y enfermedades bacterianas. Si al momento de almacenaje, se encuentran tubérculos enfermos las posibilidades de infección y propagación son considerables. (6)

##### 2.4.8.1 Enfermedades no parasitarias.

Son debidas a malas condiciones ambientales durante el almacenaje, (6), entre ellos están: Mancha azul o mancha negra, Cora-

*zón negro y endulzamiento.*

#### 2.4.8.2. Enfermedades parasitarias.

*Se deben a infecciones por patógenos, que al reproducirse en el tejido vegetal, causan la enfermedad. Entre ellas están: Tizón tardío (Phytophthora infestans), Marchitez bacteriana (Pseudomonas solanacearum), Marchitez anular (Corynebacterium sepedonicum), Tizón temprano (Alternaria solani), Rizoctoniasis (Rhizoctonia solani), Roña (Spongospora subterránea), Costra plateada (Spondylocladium atrovirens), Podredumbre seca (Fusarium sp.), Pierna negra (Erwinia sp) y mancha por Phoma sp. (4, 15, 21, 26, 28).*

#### 2.4.9. Sistemas de almacenamiento utilizados.

*El agricultor en el altiplano, improvisa la conservación de la papa, acumulándola en habitaciones de adobe y cubriéndola con paja de trigo o costales. Este sistema tiene pérdidas por pudriciones y verdeo, a pesar de que es utilizado por pocos días, después de los cuales el producto es comercializado. (4, 14, 29).*

*Los productores grandes tienen bodegas improvisadas, algunas con piso de madera, pero deficiente ventilación, y debido al manejo post-cosecha en el que no clasifican, sufren de pérdidas por pudriciones y conservan la papa por pocas semanas. (29)*

*El silo de pila desarrollado por I.C.T.A., y que ya está empezando a ser utilizado, consta de un sistema de ventilación, formado por una zanja de dimensiones variables, dependiendo del volumen de papa a almacenar. Dicha zanja tiene uno de los extremos abierto para la entrada de aire, y un tubo de bambú o plástico, en la parte superior de la pila de tubérculos y en secuencia, paja de trigo, tela plástica y tierra. (27).*

*El almacenaje de semilla, se basa en principios distintos y para esos fines, I.C.T.A., también ha desarrollado almacenes rústicos.*

(4, 27, 15).

El sistema de almacenamiento para doble propósito, es utilizado en otros países, en los cuales el agricultor utiliza una sección para el manejo de semillas y otro para papas de consumo alimenticio. Normalmente, son bodegas de poca capacidad en la cuales el agricultor almacena papa para autoconsumo, y una pequeña parte para la semilla que ha de utilizar en la próxima siembra (29)

En países industrializados es común la práctica de conservación mediante bodegas sofisticadas que cuentan con refrigeración, manteniendo la calidad por varios meses. (26)

La utilización de inhibidores de brotación en bodegas refrigeradas, aumenta la eficiencia del sistema de almacenaje, ésta tecnología está limitada a países en que se tienen las condiciones socio-económicas adecuadas. (24, 26)

Actualmente, en el mundo, varios países desarrollan investigación en el manejo post-cosecha y almacenaje rústico; usando materiales de fácil adquisición y construcción para los agricultores. (4, 7, 27, 15, 29).

### 3.— INHIBIDORES QUIMICOS DE LA BROTACION

Los inhibidores de brotación, son hormonas que prolongan el período de reposo, y se usan sólo para papa de consumo. Con su uso se logra mantener buena calidad de la papa para la comercialización. (27, 26) Una ventaja de su aplicación es, poder almacenar a temperaturas mayores de 10 grados centígrados, lo que permite que sean desalmacenadas y procesadas en cualquier momento, sin requerir calentamiento previo. (24, 26).

La germinación de las papas constituye uno de los principales factores que ocasionan las elevadas mermas de almacenamiento

en los trópicos (26, 28).

Las papas de consumo pueden ser almacenadas a largo plazo, siempre que se les ventile con aire exterior frío, y utilizando inhibidores químicos de la germinación. (26)

La aplicación de inhibidores no afecta la calidad de las papas, pues la sustancia activa en los mas usuales surte efecto en su fase gaseosa, la cual, por su solubilidad en lipoides, traspasa la epidermis de las radículas o yemas, pero, el tejido corchoso de la cáscara, evita que la sustancia penetre hasta la pulpa del tubérculo. (26). Al principio sólo ocurre un retardo en la germinación, y las yemas se mantienen capaces de desarrollarse. Las células germinativas, perecen al cabo de un tratamiento más prolongado. Estos procesos no afectan de ninguna forma al tubérculo mismo, se conserva consistente y turgente, su sabor y olor no se alteran. El no producirse el calor de la germinación, también se reduce el riesgo de putrefacción. (24, 26).

Si se cuenta con facilidades para poder almacenar a temperaturas entre 4 y 5 grados centígrados, y en un ambiente con 92-95o/o de humedad relativa, sumándole a eso el uso de inhibidores de germinación, es posible almacenar papas de consumo en buen estado hasta unos 7 a 9 meses. (31).

En cuanto a la aplicación, ésta debe hacerse sobre papas secas y con cáscara bien suberizada; no deben existir papas descompuestas en el lote. (6) No es recomendable aplicar inhibidores cuando ya existe brotación, pues esto puede provocar un crecimiento lateral de los brotes, al interferir el alargamiento de los mismos, y si este crecimiento ocurre en la base del brote, provoca brotación interna, con la consiguiente pérdida de calidad. (28)

La acción de estos productos impide la mitosis y por lo tanto, no hay curación de heridas que pueden sufrir los tubérculos, lo que facilita la penetración de microorganismos causantes de

putrefacción. (26)

Según Roskamp (26), con la inhibición química de la germinación, y bajo condiciones climáticas que así lo permitan, es decir; si las temperaturas diarias descienden hasta menos de 15 grados centígrados, pueden almacenarse a largo plazo papas de consumo, en almacenes sencillos, cerrados, dotados de ventilación. En ese caso, incluso en los trópicos, se puede prescindir de la refrigeración mecánica y el complicado aislamiento.

Los productos inhibidores existen en diferentes presentaciones como: polvos para aplicar en cobertizos y cajas de papas en bodegas; también los hay granulados y en bote atomizador. Para almacenes sofisticados, que cuentan con ventilación mecánica, dá magníficos resultados el uso de nebulizadores para aplicación de preparados líquidos. (26). Este tratamiento, tiene algunas ventajas sobre la aplicación en este espolvoreo, ya que no es necesario aplicar al momento de almacenaje, con lo que se puede aprovechar inicialmente el reposo germinativo natural; dando la oportunidad, de que si la situación es buena en el mercado en ese período, la papa pueda ser vendida sin ningún tratamiento con el consiguiente ahorro (24, 26).

Caso contrario, el producto puede ser aplicado en el momento que se necesite, y puede ser repetido sin esfuerzo varias veces, para lograr un almacenamiento duradero. (6).

#### 4. ANTECEDENTES EXPERIMENTALES EN GUATEMALA

En relación a almacenamiento de papa, utilizando productos inhibidores de brotación; se han realizado algunos estudios en nuestro país. Velásquez y Dardón (17), en 1967 realizaron ensayos para probar el efecto de 2 productos químicos que evitan la formación de brotes; dichos productos fueron: Cloro I.P.C. al 1 y 5o/o (Isopropyl-N-3-Clorofenil-Carbamato) y Fusarex polvo. De éstos, solo el cloro I.P.C.,

dió resultados satisfactorios. En el experimento se usaron 3 variedades de papa: Anita, Voran y Conchita, observándose síntomas de fitotoxicidad en la variedad Anita.

Al final del experimento, se hicieron pruebas de cocimiento y las variedades Voran y Conchita, mantuvieron su sabor y calidad. Anita mostraba sabor desabrido, lo que confirmó un efecto fitotóxico del Cloro I.P.C. sobre esta variedad. (17)

Ensayos efectuados en 1980, en el Centro de producción Labor Ovalle de I.C.T.A., utilizando los inhibidores de brotación Sprout Nip y Birgín, aplicados en el momento de almacenaje e hidracida maleica asperjada 20 y 30 días antes de la defoliación, evidencian que es posible almacenar por más de 3 meses, con los inhibidores Sprout Nip y Birgín, aplicados a la papa en el silo rústico de pila; manteniendo calidad con poca pérdida en el peso, reportándose para aplicaciones de Sprout Nip, una pérdida en peso de 70/0 en 5 meses (12)

En dichos ensayos, se observó diferencias en el comportamiento de la papa lavada y secada al ambiente, comparada con tubérculos limpios sin lavar, al ser sometidos a la acción de Sprout Nip y Birgín. (16)

El uso de hidracida maleica, plantea mayores dificultades, pues los resultados de 1980, sugieren, que para lograr un buen efecto, se debe determinar el momento exacto en que se debe aplicar antes de la defoliación, dependiendo de la variedad de papa que se trate. (12,15). Este tipo de determinaciones, deben ser objeto de un estudio especial, por lo que el presente trabajo, se limitó a evaluar el efecto de Sprout Nip y Birgín.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 1. MATERIAL EXPERIMENTAL.

##### 1.1. LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.

*Los silos rústicos para el experimento fueron establecidos en el centro de producción Labor Ovalle del I.C.T.A., en el valle de Olintepeque, Quezaltenango, a una altitud de 2,407 metros sobre el nivel del mar. Según Holdrige (10), ecológicamente, la zona está clasificada como Bosque muy húmedo Montano bajo subtropical (bmh-MB) y está localizada al norte de la cabecera departamental entre los  $91^{\circ}30'52''$  de longitud oeste y a  $14^{\circ}52'14''$  de latitud Norte. Para las referencias de clima, en seguida se presentan las gráficas de temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad relativa y viento del período de estudio.*

Figura No. 1.

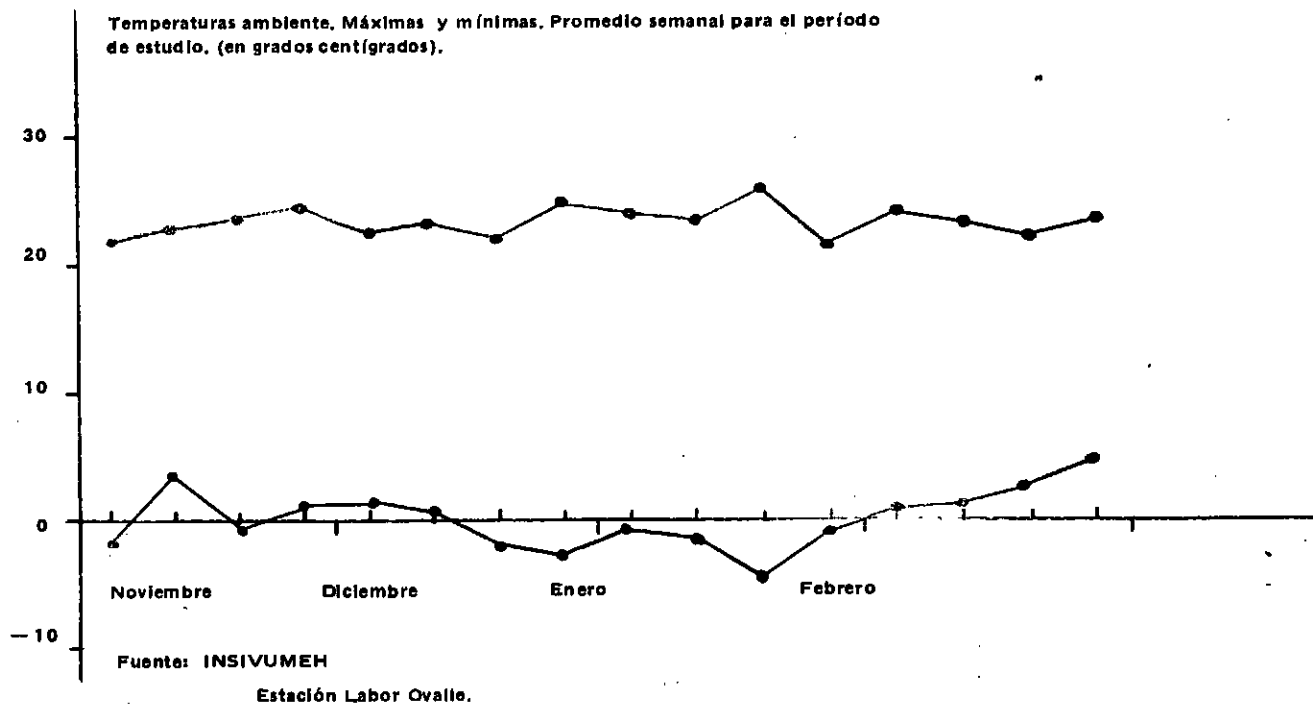
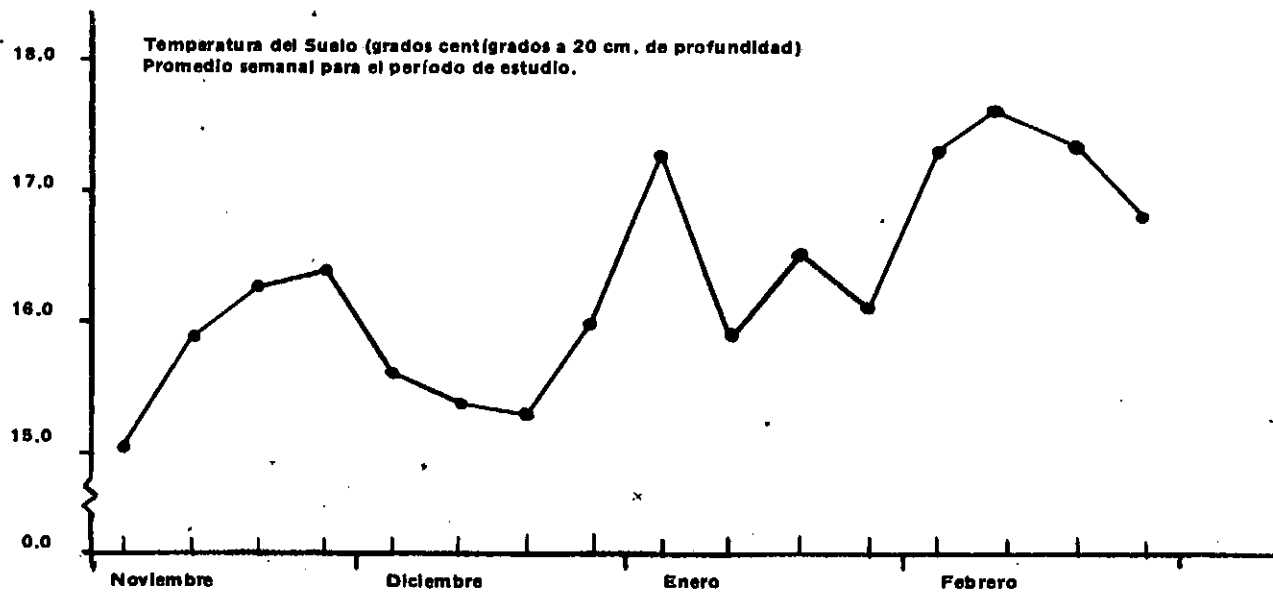


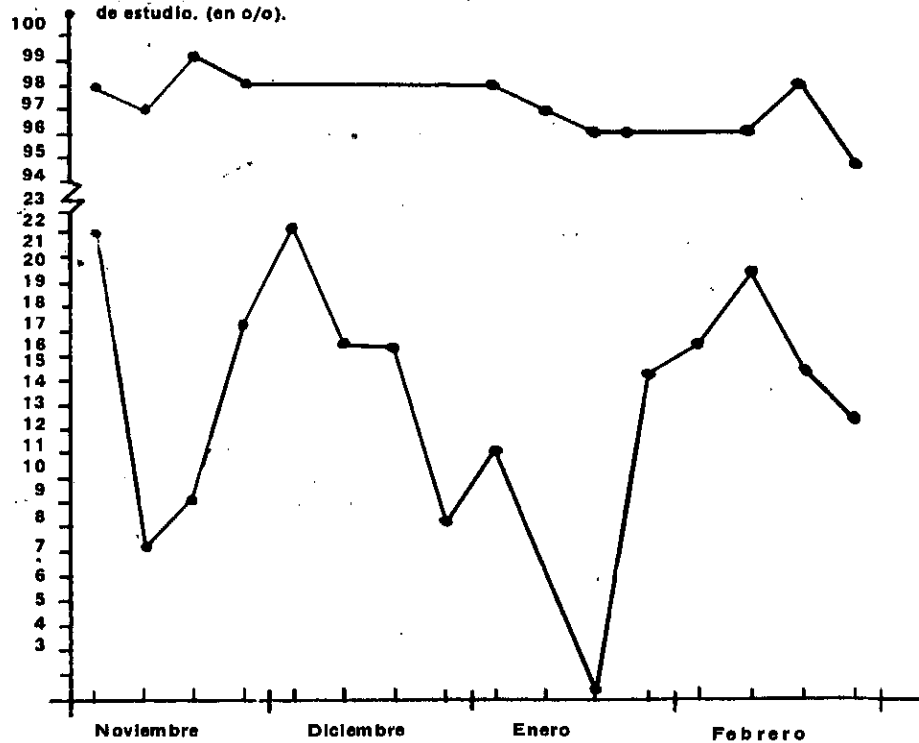


Figura No. 2.



Fuente: INSIVUMEH  
Estación Labor Ovalle

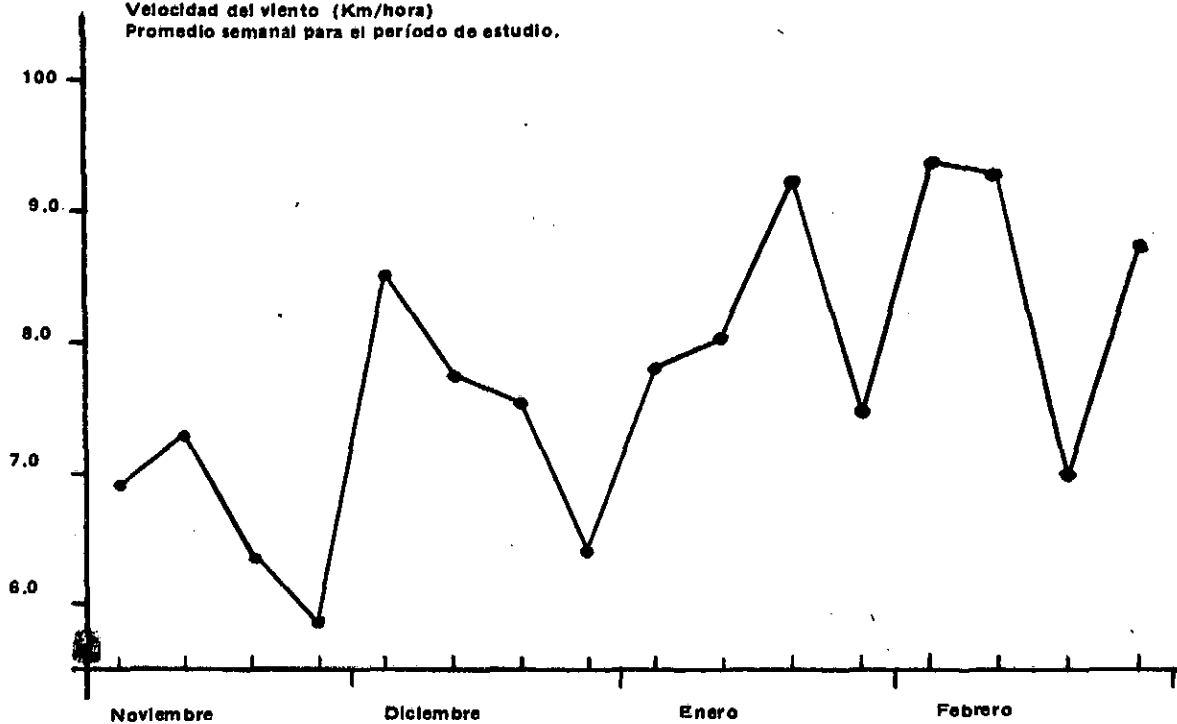
Figura No. 3.  
Humedad relativa ambiental. Máximas y mínimas. Promedio semanal para el período de estudio. (en o/o).



Fuente: INSIVUMEH  
Estación Labor Ovalle.

Figura. No. 4.

Velocidad del viento (Km/hora)  
Promedio semanal para el período de estudio.



Fuente: INSIVUMEH  
Estación Labor Ovallo.

## 1.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

### 1.2.1. Variedad

La variedad utilizada fué Tollocan, cosechada en el período del 12 al 16 de Octubre de 1981. Esta variedad es, de ciclo vegetativo medio (90 días a defoliación) y un porte alto de follaje (1 a 1.1. mt.) Los tubérculos son de forma redonda achatada y con piel color blanco. Su rendimiento promedio, a nivel experimental es 36 toneladas métricas por hectárea. (29)

### 1.2.2. Productos evaluados.

Los inhibidores sometidos a prueba fueron:

- Birgin: (10/o Prophan, Isopropyl-N-Phenylcarbamate)

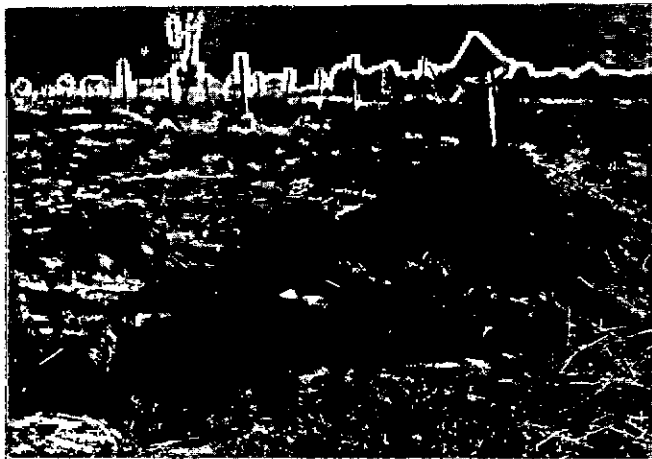
Dosis: 100 gramos para un quintal de papas.

- Sprout Nip. (Isopropyl m Chlorocarbonilate 360/o)

Dosis: 1 litro de solución al 10/o para 20 quintales de papa.

### 1.2.3. Sistema de almacenamiento.

El sistema utilizado en el ensayo, fué un silo rústico de pila. Este en su construcción, tiene un sistema de ventilación que consta de una zanja de dimensiones variables, dependiendo del volumen a almacenar. En éste caso, la zanja fué de 1.25 mt. de largo, 0.5 mt. de ancho y 0.75 mt. de profundidad, para una capacidad del silo de 50 kg. de tubérculos. Se deja un extremo abierto para la entrada de aire, y un tubo de bambú en la parte superior de la pila de papas, y en secuencia paja de trigo, tela plástica transparente o de color blanco y tierra. La base para la colocación de la pila es de reglas de madera rolliza de fácil obtención. (27)



**FIGURA 5. SILO RUSTICO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO**

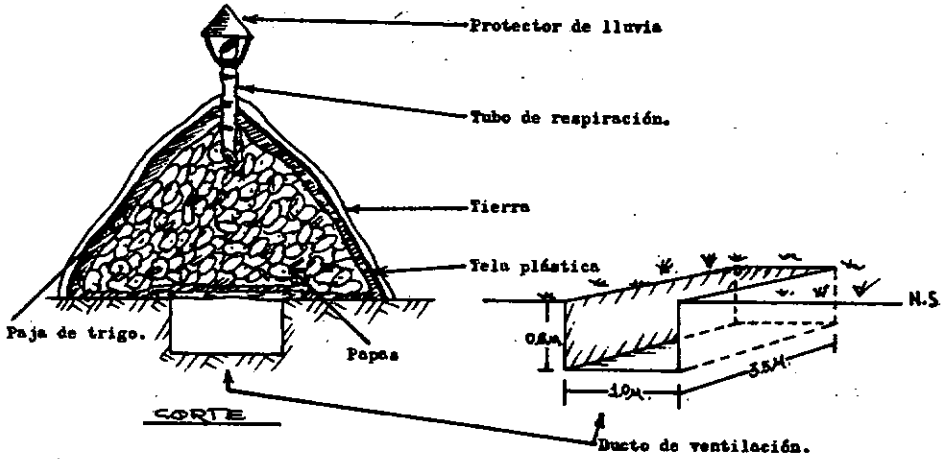


**FIGURA 6.  
ENTRADA DE ZANJA  
DE VENTILACION EN  
SILO ABIERTO.**

### 1.3. ESQUEMA DEL SILO.

*Las dimensiones de zanja que se presentan son para una capacidad de una tonelada métrica.*

**FIGURA 7**



## 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

### 2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

*El diseño que se utilizó fue de una distribución completamente al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos, siendo su modelo estadístico:*

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

*donde:*

*Y<sub>ij</sub> = variable de respuesta*

*u = media general*

*T<sub>i</sub> = efecto de los tratamientos*

*E<sub>ij</sub> = error experimental*

*i = número de tratamiento*

*j = número de repetición*

### 2.2. TRATAMIENTOS EVALUADOS.

- 1. Papa lavada y tratada con Sprout Nip.*
- 2. Papa no lavada y tratada con Sprout Nip.*
- 3. Papa lavada y tratada con Birgín.*
- 4. Papa no lavada y tratada con Birgín.*
- 5. Papa lavada y sin producto inhibidor (testigo).*
- 6. Papa no lavada y sin producto inhibidor (testigo)*

## 2.3. VARIABLES INVESTIGADAS.

### 2.3.1. Datos cuantitativos.

1. *Número de brotes promedio por tubérculo.*
2. *Largo de brote en centímetros.*
3. *o/o de pérdida de peso.*
4. *o/o de pudrición.*

### 2.3.2. Datos cualitativos.

1. *Aspecto de tubérculos.*

*Para calificar el aspecto de tubérculos, se usó la siguiente escala:*

*1— Muy bueno*

*2— Bueno*

*3— Regular*

*4— Malo*

*5— No comercializable*

## 2.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

*Las papas fueron almacenadas el 6 de Noviembre de 1981 y sacadas de los silos el 14 de Marzo de 1982, estando en almacenamiento 128 días, durante los cuales no fueron tocadas para ningún manejo. Después de la cosecha y antes del almacenamiento, fueron sometidas a un período de cura de 2 semanas para lograr la suberización de la cáscara*



ra. Previo al almacenamiento, se clasificaron para eliminar tubérculos dañados o enfermos.

## 2.5. ANALISIS DE LOS DATOS.

Para lograr una adecuada interpretación de los datos obtenidos, se hizo una transformación de los mismos ya que en sus magnitudes originales, no cumplían con el supuesto de homogeneidad de varianzas necesario para una correcta interpretación. La existencia o no, de dicho supuesto, se determinó utilizando la prueba de Bartlett, sugerida por Little y Hills. (23). En el caso de largo de brotes, la prueba no fué significativa; sin embargo, se analizó transformado, por considerarse que permitía más exactitud en las interpretaciones. Para la transformación se usó el método de  $\sqrt{X + \frac{1}{2}}$  puesto que las condiciones eran la no homogeneidad de varianzas, las que se presentaban relacionadas con la media, a lo que se agrega la existencia de valores de magnitud pequeña. (23). No se utilizó el método de arco-seno mencionado por Calzada Benza (5), porque los rangos de los porcentajes eran bajos y la distribución de los datos no era binomial.

Los valores originales (sin transformación), de las variables investigadas, se presentan en el apéndice, lo mismo que un ejemplo de la prueba de Bartlett.

## 2.6 PRUEBA DE RESIDUALIDAD.

Para comprobar la posibilidad de que los productos inhibidores usados existieran en forma de residuos tóxicos en los tubérculos, se hizo en el INCAP, una prueba biológica alimentando grupos de ratones de laboratorio. Cada grupo se formó con 4 ratones de 49 días de edad, los que fueron alimentados con tubérculos provenientes de los silos. La razón de utilizar ratones fué que dichos roedores, poseen un sistema digestivo similar al del humano.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

De este estudio se obtuvieron resultados que determinan que en la utilización de inhibidores de brotación, al analizar el porcentaje de pérdida de peso (Cuadro 1), no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Sin embargo, si observamos el cuadro 18, notaremos que en cuanto al porcentaje de pérdida promedio, los tratamientos que incluyeron el Isopropyl m Chlorocarbonilate, fueron los que sufrieron menor reducción (5.25o/o), seguidos por los tratamientos de Prophan, Isopropyl-N-Phenylcarbamato (5.31o/o) siendo el testigo el de mayor reducción en peso con 5.44o/o.

El período de almacenaje fué de 4 meses y al final, tanto los tratamientos con Prophan como los testigos, estaban brotados aunque el tamaño de los brotes en promedio (Cuadro 3, figuras 10 y 12), no era excesivo. Es de suponer, que si el tiempo de almacenaje se prolonga, los brotes hubieran seguido desarrollando, provocando mayores reducciones en el peso, y en consecuencia, disminución en la calidad.

El análisis de largo de brote (Cuadro 4), nos indica que, estadísticamente, hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos. La prueba de rangos múltiples de Duncan, para éste parámetro, pone de manifiesto que los mejores tratamientos fueron 1 y 2 (con aplicación de Isopropyl), correspondiendo éstos dos, a un grupo estadístico diferente al de Prophan, que con sus dos tratamientos, fué el segundo en efectividad. Los tratamientos testigos, correspondieron al mismo grupo y con los brotes más largos. (Ver figuras 8, 9, 10 y 12).

El siguiente parámetro estudiado, el peso de brotes, fué analizado (cuadro 7), y se encontró una diferencia significativa al 0.05 entre tratamientos, lo que llevó a la realización de una prueba de medias. También en este caso se utilizó la sugerida por Duncan, encontrándose que existieron 3 grupos estadísticos: El de mayor peso inclu-

yó los tratamientos 3, 4, 5 y 6; el segundo grupo los tratamientos 2, 3, 4 y 5; el tercero 1, 2, 3 y 4. Esto indica que no se definen claramente con el análisis estadístico los tratamientos mejores, aunque los cuatro tratamientos con inhibidor, pertenecen al grupo con menor peso. (Véase cuadro 8)

El peso de papas podridas (Cuadro 9) fué analizado, aunque es probable que esta característica no sea afectada por los inhibidores, sino que sea consecuencia directa del cuidado que se tenga en la selección del material, antes de almacenar. El resultado expresa no significancia para diferencias entre tratamientos, lo que corrobora lo expuesto.

Tratando de determinar el efecto de la brotación en la cantidad de pérdida de peso, por transpiración, se hallaron éstas pérdidas por diferencia. Su análisis estadístico (Cuadro 12), indicó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de 0.05; lo que refuerza lo expuesto en cuanto a pérdidas totales de peso.

El resultado del análisis de porciento de brotación (Cuadro 14), muestra la existencia de diferencias significativas al uno por ciento, entre tratamientos. La prueba de medias (Cuadro 15), indica que los tratamientos 1 y 2 fueron estadísticamente iguales, y los mas efectivos; siendo además, los únicos claramente definidos, como diferentes al resto. Observando los valores, en forma individual (Cuadro 13), se puede notar que, en el caso de Isopropyl, los tubérculos lavados presentan menor porcentaje de brotación, lo que sugiere que, para éste producto, esta es la condición más apropiada para su aplicación, lo que es contrario en el caso de Prophan, en donde los tubérculos sin lavar, fueron los que menos brotaron (Véase figuras 8 y 9).

Observaciones hechas al momento de abrir el silo, indican que el Prophan aplicado sobre tubérculos lavados, provoca una disminución de calidad para mercado, porque induce la formación de manchas color café claro en la capa más externa del peridermo. La calidad culinaria en este caso, no se vé afectada, pues como se indicó; la mancha

se limita al peridermo. Estas consideraciones se ven afirmadas en el cuadro 17, en el que se observa el tratamiento 3 (papa lavada y con Prophan), con la calificación más alta para aspecto (calificación más alta, indica menor calidad de acuerdo a la escala usada).

En número de brotes por tubérculo (Cuadro 16), se observa que los tratamientos de Isopropyl, tuvieron el valor más bajo, seguidos del testigo y teniendo el Prophan, el valor más alto. Si relacionamos éstos datos con peso de brotes, podremos afirmar que, aunque el Prophan permitió mayor número de brotes por tubérculo, estos se desarrollan menos y fueron mas cortos que los brotes de los testigos.

Los resultados del cuadro 17, que se refieren a la calidad de los tubérculos, indican que los tratamientos que mantuvieron mejor aspecto para mercado fueron 1 (papa lavada y con Isopropyl) y 4 (Papa sin lavar y con Prophan), esto es cuestión importante, pues a pesar de que las diferencias en pérdida de peso no fueron significativas, el aspecto de los tubérculos sí fué afectado por los tratamientos (Véase figura 13).

Debe recordarse que, lo más importante en la comercialización del producto, es el aspecto y calidad que presenta para el comprador.

En la prueba biológica efectuada, para probar la existencia de residuos tóxicos, después de 30 días no se presentaron indicios de toxicidad en ninguno de los ratones alimentados con papas tratadas con inhibidor, comportándose igual que los alimentados con papas testigo

Con base en los precios por quintal de papas, al inicio y final del periodo de estudio, se determinó la ganancia lograda al almacenar, para esperar una época de mejores precios.

Al inicio el valor que se pagaba fué de Q.5.5 por quintal y al final Q.7.5. permitiendo con el almacenamiento por cuatro meses, una ganancia de Q.2.00 por quintal y Q.40.00 por tonelada métrica.

La ganancia lograda por período de almacenamiento, varía entre temporada y año agrícola, debido a alzas y bajas significativas en los precios como consecuencia de variaciones en los volúmenes de oferta existentes.

**CUADRO 1.**  
**PORCIENTO DE PERDIDA DE PESO**  
**TRANSFORMADO A  $\sqrt{X+1/2}$**

Tratamientos	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
1	2.12	2.34	2.12	3.16	9.74	2.44
2	2.55	2.24	2.00	2.45	9.24	2.31
3	2.00	2.00	2.74	2.83	9.57	2.39
4	2.45	2.12	2.55	2.45	9.57	2.39
5	2.45	2.34	2.00	2.34	9.13	2.28
6	2.83	2.74	2.45	2.24	10.26	2.56
<b>Total</b>					<b>57.51</b>	
<b>Media general</b>						<b>2.40</b>

**CUADRO 2.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**PORCIENTO DE PERDIDA DE PESO TRANSFORMADO**

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c.</sub>	F <sub>t.</sub>	
					0.05	0.01
Total	23	2.17				
Tratamientos	5	0.20	0.04	0.36	2.77	4.25
Error	18	1.97	0.11			

N.S.

C.V. = 13.82 o/o

**CUADRO 3.**  
**LARGO DE BROTE (Cm.)**  
**TRANSFORMADO A  $\sqrt{X+1/2}$**

Tratamiento	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
1	0.71	1.52	0.71	0.71	3.65	0.91
2	2.54	0.71	1.52	0.71	5.48	1.37
3	2.54	2.00	2.19	2.85	9.58	2.40
4	2.34	2.24	2.24	2.74	9.56	2.39
5	2.81	3.00	3.30	3.36	12.47	3.12
6	3.94	4.10	3.67	2.90	14.61	3.65
Total					55.35	
Media general						2.31

**CUADRO 4.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**LARGO DE BROTE TRANSFORMADO**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.c.</i>	<i>F.t.</i>	
					0.05	0.01
<i>Total</i>	23	25.62				
<i>Tratamientos</i>	5	21.22	4.24	17.67	2.77	4.25 **
<i>Error</i>	18	4.40	0.24			

C.V. = 21.2 o/o

**CUADRO 5.**  
**PRUEBA DE DUNCAN PARA LARGO DE**  
**BROTE TRANSFORMADO**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medida de largo de brote</b>
1	0.91 a
2	1.37 a
	2.39 b
	2.40 b
5	3.12 b
6	3.65 c

**CUADRO 6.**  
**PESO DE BROTES (o/o DE PESO TOTAL)**  
**TRANSFORMADO A  $\sqrt{X+1/2}$**

Tratamientos	Repeticiones				Total	Media	
	I	II	III	IV			
1	0.71	0.71	0.71	0.71	2.84	0.71	
2	1.22	0.71	0.71	0.71	3.35	0.84	
3	1.22	1.22	0.84	0.84	4.12	1.03	
4	1.22	1.22	0.95	1.41	4.80	1.20	
5	1.41	1.22	1.58	1.00	5.21	1.30	
6	2.34	1.58	1.41	0.84	6.17	1.54	
<i>Total</i>						26.49	
<i>Media general</i>							1.10

**CUADRO 7.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**PESO DE BROTES TRANSFORMADO**

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
<i>Total</i>	23	3.67				
<i>Tratamientos</i>	5	1.89	0.38	3.8	2.77	4.25
<i>Error</i>	18	1.78	0.10			

C.V. = 29 o/o



**CUADRO 8.**  
**PRUEBA DE DUNCAN PARA**  
**PESO DE BROTES TRANSFORMADO.**

Tratamiento	Media de peso de brotes
1	0.71 a
2	0.84 a b
3	1.03 a b c
4	1.20 a b c
5	1.30 b c
6	1.54 c

**CUADRO 9.**  
**PESO DE PAPAS PODRIDAS (o/o DE PESO TOTAL)**  
**TRANSFORMADO A  $\sqrt{X+1/2}$**

Tratamientos	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
1	1.41	0.77	1.22	2.00	5.40	1.35
2	1.22	0.77	1.41	1.58	4.98	1.24
3	1.58	1.22	1.00	2.24	6.04	1.51
4	1.58	1.22	1.73	0.71	5.24	1.31
5	1.87	1.22	1.22	1.41	5.72	1.43
6	1.58	1.22	0.71	0.77	4.28	1.07
<i>Total</i>					31.66	
<i>Media general.</i>						1.32

**CUADRO 10.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**PESO DE PAPAS PODRIDAS TRANSFORMADO**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
Total	23	3.9				
Tratamientos	5	0.47	0.09	0.47	2.77	4.25
Error	18	3.43	0.19			

N.S.

C.V. = 33.02 o/o

**CUADRO 11.**  
**PERDIDA DE PESO POR TRANSPIRACION**  
**(o/o DE PESO TOTAL) TRANSFORMADO**

$$A\sqrt{X+1/2}$$

Tratamiento	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
1	1.73	2.32	1.87	2.54	8.46	2.12
2	2.12	2.21	1.58	2.00	7.91	1.98
3	1.00	1.41	2.61	1.82	6.84	1.71
4	1.73	1.58	1.90	2.12	7.33	1.83
5	1.22	1.87	1.00	1.87	5.96	1.49
6	1.00	2.12	2.12	2.17	7.41	1.85
Total					43.91	
Media general						1.83

**CUADRO 12.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**PERDIDA DE PESO POR TRANSPIRACION TRANSFORMADO**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
Total	23	4.74				
Tratamientos	5	0.93	0.19	0.9	2.77	4.25
Error	18	3.81	0.21			

N.S.

C.V. = 25.04 o/o

**CUADRO 13.**  
**PORCENTAJE DE BROTAION**  
**TRANSFORMADO  $A\sqrt{X+1/2}$**

Tratamientos	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
1	4.74	3.24	0.71	0.71	9.40	2.35
2	4.53	0.71	3.94	0.71	9.89	2.47
3	9.51	5.52	9.51	9.25	33.79	8.45
4	4.74	9.77	4.30	4.95	23.76	5.94
5	9.51	9.51	8.97	9.51	37.50	9.38
6	9.51	4.53	8.40	9.77	32.21	8.05
Total					146.55	
Media general						6.11

**CUADRO 14.**  
**ANALISIS DE VARIANZA**  
**PORCIENTO DE BROTAION TRANSFORMADO**

<i>Fuentes de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.c.</i>	<i>Ft.</i>	
					<i>0.05</i>	<i>0.01</i>
<i>Total</i>	23	262,74				
<i>Tratamiento</i>	5	189.18	37.84	9.25	2.77	4.25
<i>Error</i>	18	73.56	4.09			

\*\*

C.V. = 33.1 o/o

**CUADRO 15.**  
**PRUEBA DE DUNCAN**  
**PORCIENTO DE BROTAION TRANSFORMADO**

<b>Tratamientos</b>	<b>Media de porciento de brotación</b>
1	2.35 a
2	2.47 a
4	5.94 b c
6	8.05 b c d
3	8.45 c d
5	9.38 d

**CUADRO 16.**  
**NUMERO DE BROTES POR TUBERCULO**

Tratamiento	Repetición				Media
	I	II	III	IV	
1	1	0	0	0	0.25
2	1	0	1	0	0.50
3	2	1	2	2	1.75
4	2	2	2	1	1.75
5	1	1	2	1	1.25
6	2	1	2	2	1.75

**CUADRO 17.**  
**CALIFICACION DE ASPECTO PARA MERCADO**

Tratamiento	Repetición				Media
	I	II	III	IV	
1	1	1	2	3	1.75
2	2	3	2	3	2.50
3	3	3	2	3	2.75
4	2	2	2	2	2.00
5	2	2	3	2	2.25
6	2	2	3	3	2.50

CUADRO 18

PERDIDA PROMEDIO DE PESO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Pérdida promedio Kg.	o/o de pérdida promedio	
		Trat. Indi- vidual.	Trat. Quimico
1	2.81	5.62	
2	2.44	4.88	5.25
3	2.69	5.38	
4	2.62	5.24	5.31
5	2.38	4.76	
6	3.06	6.12	5.44

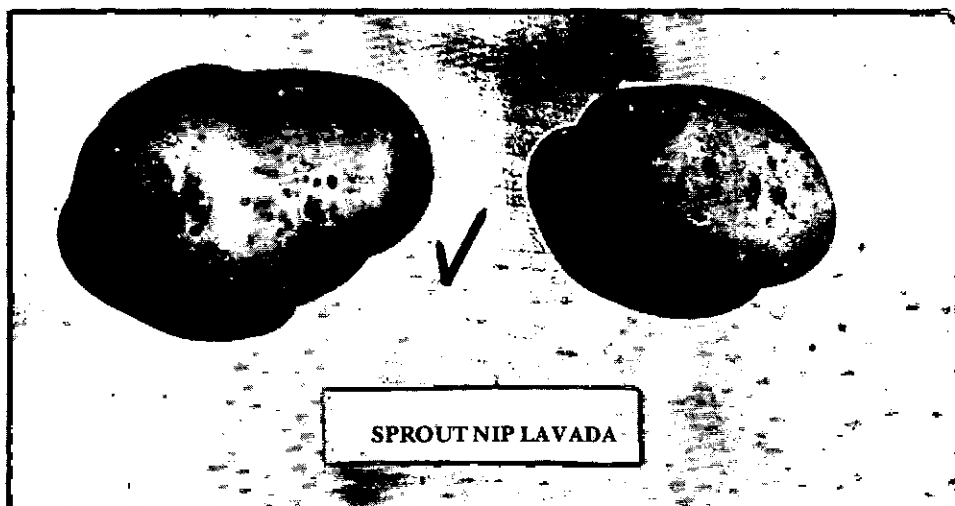


Fig. 8. Tratamiento 1. Nótese la turgencia y ausencia de brotes.

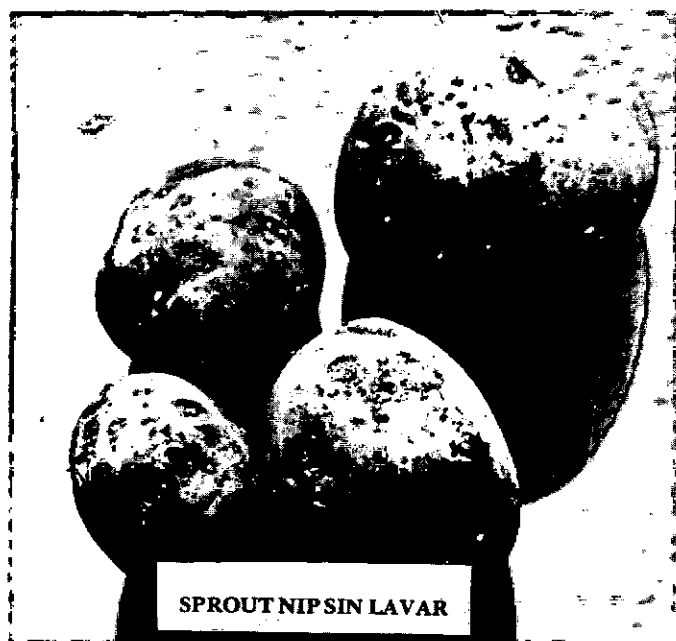


Fig. 9. Tratamiento 2. Aspecto de tubérculos con menor calidad que en tratamiento 1.



Fig. 10. Tratamiento 3. Nótese daño en epidermis, longitud y grueso de los brotes.

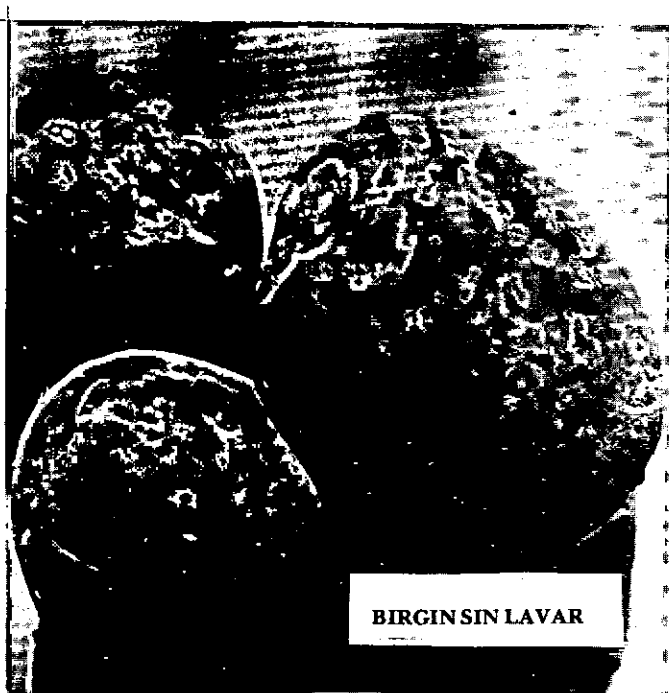


Fig. 11. Tratamiento 4. Compárese el aspecto con fotografía anterior.





Fig. 12. Tratamiento 6. Nótese longitud de los brotes.

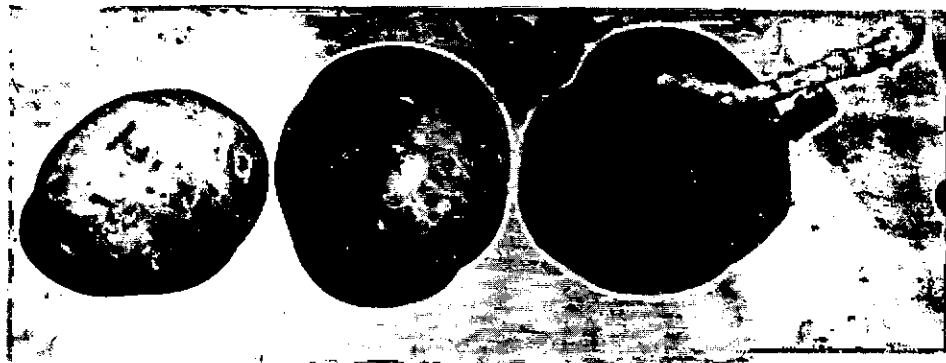


Fig. 13. Fotografía que muestra de izquierda a derecha los tratamientos 4, 1 y 6 (el tubérculo de la izquierda se lavó después del experimento).

## V. CONCLUSIONES

*De acuerdo con los resultados obtenidos y a los objetivos planteados en este estudio, se concluye en lo siguiente:*

### I. Hipótesis I.

- 1. De los dos inhibidores evaluados en el silo de pila, el Isopropyl m Chlorocarbonilate, es el más efectivo para evitar la brotación de la papa almacenada, a la vez que no produce en sí, deterioros en calidad de los tubérculos tratados.*
- 2. La aplicación de Isopropyl, es conveniente sobre tubérculos lavados. En el caso de Prophan, la situación cambia, siendo efectiva la aplicación sobre tubérculos sin lavar.*

### II. Hipótesis II.

- 1. Para el tiempo de almacenaje, incrementado en 38 días y condiciones ambientales del área usada para el estudio, resulta conveniente aplicar inhibidores de brotación, pues se mantiene la calidad de los tubérculos para mercado, logrando mejores precios en época de menor oferta.*

## VI. RECOMENDACIONES

- 1. Es conveniente continuar evaluando estos inhibidores de brotación en papa para consumo alimenticio, en la forma y dosis utilizados en este estudio, pero en condiciones climáticas diferentes, para determinar sus efectos, cuando las condiciones cambian.*

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALONZO, F. *Insectos plagas de la papa. Guatemala, s.f. 10 p. (Mimeo).*
2. BAYER (GUATEMALA). *El almacenamiento de la papa. Guatemala, 1980. 1p. (Circular número 26)*
3. \_\_\_\_\_ . *Plaguicidas: toxicología, sintomatología y terapia. Extracto del original por Klimmer, O. Guatemala, s.f. 190 p.*
4. BARRIOS, C. *Evaluación de una bodega rústica para semilla de papa en la cumbre de Lagunas Cuaches, San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1980. pp. 2-11.*
5. CALZADA BENZA, J. *Métodos estadísticos para la investigación. 3a. ed. Lima, Jurídica, 1970. pp. 278-283.*
6. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. *Simposio sobre almacenamiento. Borrador de notas sobre almacenamiento. Huancayo, 1978. pp. 1-31.*
7. \_\_\_\_\_ . *Informe anual. Lima, 1977. 172 p.*
8. \_\_\_\_\_ . *INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS. CENTRO DE INVESTIGACION DE DESARROLLO AGRICOLA Y GANADERO DEL ESTADO DE MEXICO. Problemas entomológicos de la papa. Toluca México, 1977. 23 p.*
9. COMITE TECNICO DE ASESORIA A LOS PRODUCTORES Y CONSUMIDORES DE HORTALIZAS. COMITE ORGANIZACION DE PRODUCTORES DE PAPA (GUATEMALA). *Recomendaciones del I Seminario Nacional sobre la*

- problemática del cultivo de la papa. Guatemala, 1975. pp. 1, 19, 20, 21.*
10. CRUZ, J. DE LA. *Clasificación de las zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. p. 16.*
  11. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. *Situación del mercado de la papa. Informe Económico. 16 (3): 8-15. 1969.*
  12. \_\_\_\_\_, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. *Informe sobre logros obtenidos en el almacenamiento rústico de papa en el altiplano de Guatemala. Guatemala, 1981. pp. 11-19.*
  13. \_\_\_\_\_ . *El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala, 1977. 5 p. (Folleto número 6).*
  14. \_\_\_\_\_ . *Condiciones agro-socioeconómicas de tres áreas paperas de Quetzaltenango. Informe de un sondeo. Socioeconomía rural Region I. Guatemala, 1979. 21 p.*
  15. \_\_\_\_\_ . *Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. 1o. Memorias. Quetzaltenango, Guatemala, I.C.T.A., 1980. pp. 11, 12, 15, 38, 172, 189, 193.*
  16. \_\_\_\_\_ . *Memoria anual. Guatemala, 1980. 24 p.*
  17. \_\_\_\_\_ . DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRICOLA. *Como almacenar papa durante seis meses sin refrigeración. Guatemala, 1967. 6 p. (Boletín número 24).*
  18. \_\_\_\_\_ . DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. *Clima para la papa en Guatemala. Guatemala, s.f.*

pp 1-2. (Temas Agrícolas, Publicación número 46).

19. ————. *Marchitez bacteriana de la papa Guatemala, 1972.* 1 p. (Boletín técnico).
20. ————. *Rendimiento y tiempo de deshidratación de papa variedad Loman, Guatemala, 1972.* 12 p.
21. HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. PROGRAMA REGIONAL COOPERATIVO DE PAPA. *Producción de semilla mejorada de papa 1981-1985. Tegucigalpa, 1981 pp. 1, 2, 25.*
22. JARAMILLO, A. *La papa, control de sus enfermedades y plagas en América Latina. Florida, Rohm and Haas, 1978 40 p.*
23. LITTLE, T. HILLS, F. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. Anatolio de Paula Crespo. 3a ed. México, Trillas, 1981. pp. 125-143.*
24. MORALES BERMUDEZ M. *Conceptos básicos sobre el almacenamiento. s.l., s.e., 1978. 9 p. (Mimeo).*
25. PANAMA. MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. *Estudio de la comercialización de papa. Panamá, 1978. 54 p. (Mimeo).*
26. ROSSKAMP, R. LEPPACK, E. *Almacenamiento de papas en Panamá Eschborn Alemania, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, 1978. pp. 1-74.*
27. SEMINARIO INTERNACIONAL sobre almacenamiento rústico de papa. 1o. Guatemala 18-23 nov. 1979. Resumen. Guatemala, I.C.T.A, 1979. 70 p.
28. SOLA, M. *Fisiología de la papa en almacenamiento. Huancayo,*

Perú, 1978. pp. 1-9. (Mimeo).

29. VELASQUEZ M. (*Encargado del proyecto de almacenamiento rústico de papa de I.C.T.A.*). *Entrevista personal. Guatemala, 1981.*
30. WERGE, R. *Sistemas de almacenamiento de papa en la región del Valle del Mantaro (Perú), Lima, Centro Internacional de la papa, 1976. 45 p.*
31. ZAAG, D.VAN DER. *La patata y su cultivo en los países bajos. La Haya, Ministerio de Agricultura y Pesca, Instituto Holandés de Consulta sobre la Patata, 1973. pp. 9 y 10. (Publicación S-108).*

## VIII. APENDICE

**DATOS SIN TRANSFORMACION**  
**PERDIDA DE PESO (o/o DE PESO TOTAL)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	4.00	5.00	4.00	9.50
2	6.00	4.50	3.50	5.50
3	3.50	3.50	7.00	7.50
4	5.50	4.00	6.00	5.50
5	5.50	5.00	3.50	5.00
6	7.50	7.00	5.50	4.50

**LARGO DE BROTES (Cm.)**  
**(PROMEDIO DE 20 TUBERCULOS)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	0.01	1.80	0	0
2	6.00	0	1.80	0
3	6.00	3.50	4.30	7.60
4	5.00	4.50	4.50	7.00
5	7.40	8.50	10.40	10.80
6	15.00	16.30	13.00	7.90



**PESO DE BROTES**  
**(o/o DE PESO TOTAL)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	0	0	0	0
2	1.00	0	0	0
3	1.00	1.00	0.20	0.20
4	1.00	1.00	0.40	1.50
5	1.50	1.00	2.00	0.50
6	5.00	2.00	1.50	0.20

**PESO DE PAPAS PODRIDAS**  
**(o/o DE PESO TOTAL)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	1.50	0.10	1.00	3.50
2	1.00	0.10	1.50	2.00
3	2.00	1.00	0.50	4.50
4	2.00	1.00	2.50	0
5	3.00	1.00	1.00	1.50
6	2.00	1.00	0	0.10

**PERDIDA DE PESO POR TRANSPIRACION  
(o/o DE PESO TOTAL)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	2.50	4.90	3.00	6.00
2	4.00	4.40	2.00	3.50
3	0.50	1.50	6.30	2.80
4	2.50	2.00	3.10	4.00
5	1.00	3.00	0.50	3.00
6	0.50	4.00	4.00	4.20

**PORCENTAJE DE BROTAION  
(PROMEDIO DE 20 TUBERCULOS)**

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
1	22	10	0	0
2	20	0	15	0
3	90	30	90	85
4	22	95	18	24
5	90	90	80	90
6	90	20	70	95

**EJEMPLO DE PRUEBA DE BARTLETT**  
**(PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD EN VARIANZAS)**

Varianza y Logaritmos para peso de brotes en porcentaje

Trat.	G.L	Varianza	Varianza Codi- ficada (Si 2 Cod)	Logaritmo: de Si 2 Cod.
1	3	0	0	0
2	3	0.25	2.5	0.40
3	3	0.21	2.1	0.32
4	3	0.2	2.0	0.3
5	3	0.42	4.2	0.62
6	3	4.12	41.2	1.61
<b>Total</b>	<b>18</b>		<b>52.0</b>	<b>3.25</b>
<b>Media</b>			<b>8.67</b>	
<b>Log. de media</b>			<b>0.94</b>	

**Ji Cuadrada no ajustada:**

$$X^2 = 2.3026 \left[ (\sum G.L \times \text{Log. de media}) - (G.L. \text{ por muestra} \times \sum \text{Logs.}) \right]$$

$$X^2 = 2.3026 (18 \times 0.94) - (3 \times 3.25)$$

$$X^2 = 2.3026 (16.92 - 9.75)$$

$$X^2 = 16.51$$

## Ajuste de Ji cuadrada

$$C = 1 + \frac{1}{3 (\text{No. muestras} - 1)} \left( \frac{\text{No. de muestras}}{\text{G.L. por muestras}} - \frac{1}{\sum \text{G.L.}} \right)$$

$$C = 1 + \frac{1}{3 (6 - 1)} \left( \frac{6}{3} - \frac{1}{18} \right)$$

$$C = 1.13$$

$$X^2_{\text{ajustada}} = 16.51 / 1.13 \\ = 14.61 *$$

*El valor de tabla para  $X^2$  en este caso es 11.07 de donde hay significancia lo que indica heterogeneidad de varianzas*

I

**COSTO DE UN SILO DE PILA PARA UNA TONELADA DE CAPACIDAD**

REGLON	SIN INHIBIDOR DE BROTACION	UTILIZANDO INHIBIDOR DE BROTACION	
		PROPHAM	ISOPROPYL
8	Redes de Paja de trigo	2.40	2.40
10	Mts. de (tela plástico blanco)	2.00	2.00
1	Tubo de Bambu de 50 cms.	0.25	0.25
20	Varillas de madera rolliza	3.00	3.00
2	jornales a Q.3.00 c/u	6.00	6.00
	1 Kilo de Bergin (Propham)	7.50	
	125 cc. de sprout Nip (Isopropyl)		6.50
		13.65	20.15
		21.15	20.15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1981

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
DECANO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis