

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

“DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ALMIDON,
AZUCARES REDUCTORES Y HUMEDAD EN LA PAPA,
DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE SEIS MESES”

PRESENTADO POR:

RUTH ANABELLA CALERO LARA
GLADYS ELSY SALGUERO RODRIGUEZ

PREVIA OPCION AL TITULO DE
LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO DE 1988



SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

T
633.491
C149d

Ej. 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

LIC. LUIS ARGUETA ANTILLON

R E C T O R

ING. RENE MAURICIO MEJIA MENDEZ

SECRETARIO GENERAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DR. FRANCISCO MANUEL CASTILLO SAMAYOA

D E C A N O

DRA. AMINTA ACEITUNO DE KAFIE

S E C R E T A R I A



ASESORES

Dra. Ana Vilma Herrera

Ing. Miguel Samayoa Román Cortéz

JURADO CALIFICADOR

Dra. Francisca Cañas de Moreno

Lic. Mercedes Gómez de Díaz

Lic. María del Carmen Pineda

LUGAR DE PRACTICA

Laboratorio de Química

Agrícola del Centro de

Tecnología Agrícola

"CENTA"

AGRADECIMIENTO

Nuestro Reconocimiento sinceros:

- Al Centro de Tecnología Agrícola por habernos dado la oportunidad de realizar los análisis Químicos en el Laboratorio de Química Agrícola.

- A la Dra. Ana Vilma Herrera e Ing. Miguel Samayo Román Cortés asesores de esta tesis, por su constante colaboración a lo largo del desarrollo de este estudio.

- A todas las personas que con su ayuda desinteresada, valiosa y oportuna contribuyeron a la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso: con fé y amor que en todo momento me iluminó e hizo posible coronar mi carrera profesional.

A mis Padres : Juan Miguel Salguero
María Isabel Rodríguez de Salguero con todo amor y gratitud ya que por su esfuerzo alcancé mi meta trazada.

A mi Esposo : Angel Roberto Quijada
con todo el amor que se merece por su apoyo y comprensión.

A mis Hijas : Sandra Carolina
Bethsaida Victoria
Ada Xiomara
con amor y ternura por ser la esperanza que llena mi vida.

A mis Hermanos : Con cariño y gratitud por brindarme su apoyo desinteresado en todo momento.

A mis familiares, amigos, profesores y compañeros que me apoyaron y brindaron su amistad; para ellos mi respeto y agradecimiento.

Gladys Elsy

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso : Con fé y amor que en todo momento me guió e iluminó para llegar a coronar mi carrera profesional,

A mis Padres : Jesús Rigoberto Calero
Eva de Calero con todo amor, gratitud y comprensión ya que por su esfuerzo alcancé mi meta trazada.

A mi Esposo : Rigoberto Antonio Reyes
con todo el amor que se merece por su apoyo y comprensión.

A mi Hijo : Carlos Rigoberto
con amor y ternura por ser la esperanza que llena mi vida.

A mis Hermanas : con cariño y gratitud por brindarme su apoyo desinteresado en todo momento.

A mis familiares, amigos, profesores, compañeros que me apoyaron y brindaron su amistad; para ellos mi respeto y agradecimiento.

Anabella

I N D I C E

I	-	INTRODUCCION -----	1
II	-	IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO DE PAPA -----	3
III	-	REVISION DE LITERATURA -----	4
IV	-	OBJETIVOS -----	33
V	-	HIPOTESIS -----	34
VI	-	MATERIALES Y METODOS -----	35
VII	-	CALCULOS -----	50
VIII	-	COEFICIENTE DE CORRELACION -----	57
IX	-	INTERPRETACION DE GRAFICOS -----	65
X	-	CONCLUSIONES -----	66
XI	-	RECOMENDACIONES -----	67
XII	-	CITAS BIBLIOGRAFICAS -----	70
XIII	-	ANEXOS -----	73

I - INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum), es un cultivo muy importante, no solo por su alta rentabilidad sino también como proveedor de alimento y constituye una fuente de ingresos para pequeños y medianos agricultores que se dedican a este cultivo.

El almacenamiento de papa es muy importante para evitar pérdidas en la venta del producto cuando los precios están bajos en el mercado. (16).

En condiciones de almacenamiento; hay cambios en la composición química de la papa; siendo uno de los más importantes la transformación de almidón en azúcar o de una forma de azúcar a otra (17).

En otros estudios (16) se hicieron ensayos continuos de almacenamiento de papa confirmando, que, con un buen manejo se puede almacenar tubérculos hasta seis meses con una pérdida total de 2% por mes.

Cuando los tubérculos se cortan un poco inmaduros y las temperaturas se elevan demasiado, esto ocasiona pudriciones en la papa almacenada.

El presente trabajo se llevó a cabo con la utilización de papa (Solanum tuberosum), las cuales fueron sembradas y cosechadas en Las Pilas Chalatenango; se almacenaron durante seis meses, para analizar y comparar mensualmente el contenido de almidón, azúcares reductores y humedad, de esta manera observar si la calidad es la misma después del almacenamiento.

El primer análisis se efectuó el día que se cosechó la papa, ya que este dato, servirá para comparar con los demás resultados obtenidos en los análisis realizados estrictamente cada 30 días.

El objetivo principal del presente trabajo es presentar datos reales que comprueben si el almidón contenido en la papa, azúcares reductores y humedad han aumentado o disminuido con el tiempo de almacenamiento de seis meses, y así asegurarnos que la calidad de la papa no ha influido mucho y está apta para poderla consumir con sus propias características.

Para realizar estos análisis se siguieron técnicas oficiales dadas por La Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) y se llevaron a cabo en los laboratorios de Química Agrícola del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA); el período comprendido para verificar estos análisis fue desde el momento de la cosecha, hasta seis meses después.

II- IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO DE LA PAPA
POR SEIS MESES

La importancia del almacenamiento de la papa durante seis meses, es para comprobar que después de ese tiempo, éstas conservan su calidad manteniéndose firmes, sin marchitarse, ni que ocurra brotación, ni deshidratarse; que además el tubérculo no tome una o más coloraciones y que mantenga adecuado su contenido de almidón, azúcares reductores y humedad para poderlas consumir o comercializar después de ese tiempo.

III- REVISION DE LITERATURA

A) PASOS PREVIOS AL ALMACENAMIENTO

Cortar el follaje de las plantas con machete cuando hayan llegado a su maduréz, para lograr un producto de buena calidad.

El corte del tallo debe ser total para que las papas maduren en forma pareja. La época más apropiada para cortar el follaje se reconoce por el amarillamiento de la planta; puede ser de 90 a 120 días, dependiendo del período vegetativo de la variedad.

Después de la defoliación, hacer una aplicación de Volatón en polvo al 2.5% en dosis de 50 a 80 libras por manzana, para evitar ataques tardíos de la polilla de la papa. Luego se cubren los tubérculos expuestos después de la defoliación. Se espera de 10 a 15 días antes de iniciar la cosecha para que la piel de la papa se adhiera y no se pele fácilmente al manipularla.

Previo al almacenamiento es necesario desinfectar la bodega haciendo una solución de un litro de Malathión al 57% en 25 galones de agua, asperjando en forma abundante y uniforme las cajas y toda la bodega, por dentro y por fuera (16).

B) CONDICIONES FISICAS ADECUADAS PARA EL ALMACENAMIENTO

a- TEMPERATURA: Es deseable mantener la temperatura ambiente en la bodega destinada para almacenamiento entre 8 y 20 grados centígrados. Las papas pueden soportar temperaturas menores de 8 grados bajo cu-

bierta, pero cuando se tienen a la interperie se producen pudriciones acuosas y pérdida de turjencia, las bajas temperaturas prolongan el período de dormancia y contribuyen a su conservación durante varios meses.

b- HUMEDAD RELATIVA: Cuando se mantiene el ambiente húmedo los tubérculos conservan su peso, pues pierden menos agua por evaporación. Un rango apropiado de humedad relativa que se debe mantener en el almacenamiento es de 70 a 90%; menor de 70% es perjudicial porque aumenta la deshidratación.

La papa tiene un contenido de agua que oscila entre 74 y 86%; y en el transcurso de un buen almacenamiento, no debe sufrir variaciones apreciables este contenido.

c- VENTILACION: La bodega debe ofrecer un ambiente oscuro y fresco, para que los tubérculos no tomen una coloración verde.

Una ventilación adecuada se logra abriendo las ventanas durante la noche, pero es importante que estén protegidas con tela metálica fina, para que no penetren insectos y roedores.

No se debe almacenar papa a granel o en sacos por más de 30 días por que se producen problemas relacionados con pudriciones.

Lo adecuado para almacenar papa es en cajas de madera de 28x14x12 pulgadas, que tiene una capacidad aproximada de 100 libras. Para colocar las cajas es recomendable utilizar tarimas o reglas con tablas, para evitar que queden directamente en contacto con el piso ni pegados a la pared, logrando así una mejor ventilación.

Las paredes de la bodega pueden construirse con adobe, ladrillo o block. Para el techo se puede utilizar lámina de fibrocemento o teja de barro, como material aislante puede usarse aserrín o arena de río y proveer suficiente ventilación (16).

La ventilación es necesaria para evitar concentraciones de gases, producto de la respiración de los tubérculos, que pueden dañarlos durante el almacenamiento. Cuando no existe suficiente ventilación se producen trastornos fisiológicos que dan por resultado la presencia de Corazón Negro en los tubérculos y se incrementa el porcentaje de pudriciones. Las bodegas deben construirse con pisos falsos de madera; las tablas del piso deben estar separadas entre si y hacer la construcción de ductos o espacios libres con dimensiones mínimas de 30 cm. de ancho, para lograr una buena ventilación. No deben utilizarse láminas de zinc u otro metal en la construcción del techo, porque aumenta la temperatura (19).

C) CAMBIOS QUIMICOS Y FISIOLOGICOS EN EL ALMACENAMIENTO

Las papas durante el almacenamiento están sujetas a la influencia de varios factores que guardan estrecha relación entre sí:

Prácticas efectuadas durante el cultivo, aplicación de productos químicos, la humedad relativa, la temperatura y condiciones propias del almacén.

En condiciones de almacenamiento prolongado hay cambios en la composición química de la papa, siendo uno de los más importantes la trans

formación de almidón en azúcar o de una forma de azúcar a otra.

Las papas almacenadas pasan por 3 períodos que son:

a - Curación

b - Reposo o guarda

c - Brotación

a - PERIODO DE CURACION

Este es el que le sigue a la cosecha; durante este lapso hay gran périda de peso por transpiración y evaporación de los tubérculos, que puede llegar a un 4%, a lo que se suma la pérdida por respiración. En este proceso se combina el oxígeno del aire con los almidones y azúcares de los tubérculos, eliminando al ambiente, CO_2 y agua. Se recomienda mantener la temperatura del almacén sobre 20 grados centígra dos por 1 a 3 semanas y la humedad relativa entre 85-90% para permitir la suberización de las áreas dañadas de los tubérculos y la formación del periderma. En este período se cicatrizan las heridas y por lo tanto se bloquea la entrada de los organismos patógenos a los tejidos internos del tubérculo.

b - PERIODO DE REPOSO

En este período los tubérculos de papa se mantienen dentro de su reposo natural que va desde cero días hasta tres, cuatro, cinco o seis meses siempre que la temperatura del almacén sea la adecuada (8-20 C)
Los cambios principales durante este período es el endulzamiento por

transformación de los almidones en azúcares y la pérdida de ácido ascórbico.

El endulzamiento se produce en las papas mantenidas a baja temperatura (8-20°C) y también por haber terminado el período de reposo o vejez de los tubérculos que se manifiesta al exterior por brotación.

En este período de reposo ocurre la conversión de los almidones en azúcares y hay consumo de azúcar por la respiración con desprendimiento de agua y CO₂. De acuerdo a Toko y Johnston (1962) la conversión del almidón-azúcar a 10-15 grados centígrados es casi igual a la reacción que se da a más baja temperatura donde la conversión de almidón a azúcar aumenta y el azúcar se acumula en los tubérculos. Aquí no han desarrollado los brotes pero, si se desea alargar estas condiciones hay que mantener las papas a 3-4 grados centígrados. Este período si se alarga causa un deterioro en el valor de las papas en el caso de papas de consumo. (19)

c - PERIODO DE BROTACION

Con el inicio de la brotación se intensifica la respiración por una mayor actividad fisiológica. Se recomienda elevar la temperatura del almacén a 10 grados centígrados unas dos semanas antes de extraer las papas para evitar daños de manipuleo y estimular la formación de periderma en las heridas. La formación de periderma es muy importante cuando se va a sembrar semilla partida para evitar el daño de los organismos de putrefacción del suelo al ser sembrada. (19)

Las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser por varias causas, siendo las más importantes:

- i - Pudriciones
- ii - Deshidratación
- iii - Desprendimiento de brotes

De las causas anteriores la más importante es la pérdida por deshidratación y ésta puede oscilar desde un 12 a 18% dependiendo de la variedad y condiciones ambientales que prevalezcan durante el almacenamiento. (19)

D) CAUSAS DE LA PERDIDA DE PESO

a - LA RESPIRACION: La papa es un organismo viviente y necesita respirar. El oxígeno que absorbe durante el proceso se combina con los carbohidratos existentes para la formación de azúcares, agua y anhídrido carbónico, este último se libera en la atmósfera, la respiración se intensifica con las temperaturas elevadas y en presencia de condiciones de humedad relativa baja.

Cuando las condiciones de clima permiten temperaturas bajas en promedio, se tiene un menor grado de respiración, lo cual es altamente deseable. Los tubérculos golpeados intensifican el proceso de respiración, en comparación con los que han sido bien manipulados.

b - EVAPORACION

Las papas cuando están almacenadas pierden agua por evaporación, en ocasiones, en cantidades mayores que por respiración.

Este fenómeno está influenciado por las condiciones del aire, la temperatura, humedad relativa y según sea el mayor o menor grosor de la piel o epidermis del tubérculo (19).

De acuerdo a Arreguín y Bonner (1949), el mecanismo que controla el endulzamiento depende de la regulación de tres componentes, por lo menos: Una fosforilasa inhibidora, la cual se produce a altas temperaturas de almacenamiento; un interconvertidor glucosa-fructuosa el cual se aumenta en cantidad a baja temperatura de almacenamiento, y el sintetizador sacarosa, que también aumenta bastante durante el almacenamiento a baja temperatura.

El endulzamiento a baja temperatura puede evitarse si se mantienen las papas a 10 grados centígrados o más de su temperatura de almacenamiento. El endulzamiento por vejez se produce a los tres, cuatro o cinco meses de guardadas las papas, acelerándose mientras más alta es la temperatura del almacén. Durante este período son adecuadas las siguientes temperaturas de almacenamiento.

Para papa de consumo, temperaturas uniformes de 8 a 20 grados centígrados y una humedad relativa de 85-90%.

Papa para semilla, temperatura superior a 20 grados centígrados y 90% de humedad relativa en el almacén.

Con el descenso de temperatura se logra principalmente reducir la respiración y la transpiración al mínimo y detener la actividad de los microorganismos de putrefacción o plagas que pueden estar adheridos a los tubérculos.

Con la brotación se incrementa la evaporación no solo por la permeabilidad de los brotes, sino también porque se inicia la actividad del crecimiento, cuya velocidad depende de las condiciones ambientales que permanezcan en el almacenamiento.

Es bueno tratar de tener la menor diferencia entre temperatura de la bodega y la temperatura del aire de ventilación, manteniendo alta la humedad relativa del ambiente.

E) PLAGAS QUE ATACAN A LA PAPA EN EL ALMACENAMIENTO. CONTROL

a- PLAGAS: Las plagas que atacan principalmente a la papa durante el almacenamiento son: Polilla S. solanivora, bacterias, hongos y ratas las cuales pueden causar una pérdida entre el 5-15%.

b- CONTROL: En el momento del almacenamiento de la papa, para el control de la Polilla S. solanivora, es muy importante utilizar los siguientes insecticidas: - Decis (piretroide al 0.2%) en inmersión (3 minutos); ya que este reduce el daño a los tubérculos de 10 a 15% en comparación con una infestación del 100%.

- Volatón: en polvo al 1.5%

- Permetrina: Este es un insecticida sintético a base de piretroide, con una baja toxicidad para los mamíferos y es comunmente utilizado por los agricultores el cual puede ser aplicado en líquido al momento de cosechar, posteriormente se almacena (16).

HISTORIA DE LA PRODUCCION DE LA PAPA

El Salvador cultiva alrededor de 400 hectáreas de papa por año, alrededor de 150 agricultores quienes en su mayoría son campesinos semi-comerciales. Se cultiva todo el año, en el verano bajo condiciones de riego, la decisión de sembrar depende de la expectativa del mercado y la disponibilidad con que se cuenta de semilla (20). El Salvador es un país de gran consumo de papa, siendo el principal mercado de la producción de Guatemala. Sin embargo para asegurar estos mercados será necesario hacer un esfuerzo por tecnificar la producción y disponer de facilidades físicas necesarias y adecuadas para almacenamiento (16).

La papa es uno de los cuatro productos alimenticios mas importantes del mundo, iguala a los cereales cualitativamente, pero sobrepasa en rendimiento de proteínas por hectárea a los mismos.

La producción total de papa en el mundo se acerca a los 300 millones de toneladas métricas y le siguen el arroz, trigo y maíz. Se puede decir que esencialmente es un cultivo de agricultores pobres, sin embargo tiene potencial para alimentar naciones en emergencia (21).

ORGANOGRAFIA DE LA PLANTA

Es una planta herbácea, sus tallos miden de 80 a 90 cms. sus hojas divididas en segmentos desiguales. Sus flores son de diversos colores dependiendo de las variedades: blancas, moradas y amarillas. El fruto es una baya de color verde amarillento y del tamaño de una cereza con cáliz agrandado. Los tallos se ramifican en la base y forman estolones subterráneos de cuyos extremos acumulando grandes cantidades de almidón engruesan considerablemente y forman los conocidos tubérculos que pueden ser: ovoides, redondeados o alargados y aplanados.

Se conoce alrededor de un millón de variedades de la especie obtenida a su vez por otras formas, su floración es en primavera y verano según las localidades.

Su crecimiento es primero vertical dentro de la capa del suelo, luego horizontal de 25-50 cms.

La planta de papa posee un sistema radical fibroso muy ramificado. La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas; el cáliz es gamocephalo lobulado; la corola es rotácea pentolobulada de color blanco al púrpura con cinco estambres, cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, fuerte o anaranjado, que producen polén a través de un tubo terminal; guinecéo con ovario bilocular. El fruto es una baya bilocular de 15 a 30 mm. de diámetro, color verde, amarillento o verde azulado.

El tubérculo de papa es un tallo subterráneo ensanchado; en la superficie posee yemas axilares en grupos de 3 a 5 y protegidos por hojas

escamosas (17).

COMPOSICION QUIMICA DE LA PAPA

ESTRUCTURA Y COMPOSICION DEL TUBERCULO

Un tubérculo de papa es un tallo subterráneo modificado para el almacenamiento de almidón. La parte exterior del tubérculo se denomina periderma; en seguida viene una franja estrecha difícilmente visible a simple vista; ambas secciones forman la cáscara. La médula o eje del tallo modificado se ramifica hacia los ojos o yemas del tubérculo. El parenquima vascular de almacenamiento rellena los espacios entre la médula y la corteza, el cuál contiene algunos cordones de floema. Este tejido separa en dos porciones por el anillo vascular.

El tubérculo es aproximadamente 2% de cáscara, 75-85% de parenquima vascular de almacenamiento y 14-20% de médula. El tubérculo de papa es producto alto en humedad, por esta condición para su consumo en estado fresco y que sea económico debe estar cerca de los centros de producción (17).

COMPOSICION DE LA PAPA EN PESO FRESCO

	g.100g
Agua -----	77.4
Sólidos totales -----	22.6
Proteínas -----	2.7
Grasa -----	0.1
Carbohidratos totales -----	17.4
Fibra cruda -----	0.6
Ceniza -----	0.9
Hierro -----	0.8
Calcio (mg/100g) -----	14.7
Vitamina C (mg/100g) -----	21.4
Niacina (mg/100g) -----	1.4
Tiamina (mcg/100g) -----	52.6
Riboflavina (mcg/100mg) -----	33.7

CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos de la papa incluyen almidón, celulosa, glucosa, sa carosa y pectinas.

El contenido de almidón de la papa es bastante variable y depende de las variedades; la papa contiene proteínas, estas son casi exclusiva mente Globulinas (tuberinas) (17).

Niacina (mg/100g) -----	1.4
Tiamina (mcg/100g) -----	52.6
Riboflavina (mcg/100 mg)-----	33.7

CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos de la papa incluyen almidón, celulosa, glocosa, sacarosa y pectinas.

El contenido de almidón de la papa es bastante variable y depende de las variedades; la papa contiene proteínas, estas son casi exclusivamente Globulinas (Tuberinas) (17).

MINERALES

El tubérculo de la papa contiene los siguientes minerales: Potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azúfre, silicio, aluminio, manganeso, cloro y otros; todos en pequeñas cantidades. (17).

VITAMINAS

La papa es una buena fuente de vitamina C, regular de niacina y tiamina y baja en vitamina A y riboflavina (17).

GRASA

El contenido de grasa de la papa es muy bajo y llega 0.1% del peso

fresco.(17)

CALORIAS

La papa tiene una enorme ventaja en la producción de calorías por héc tarea y por día, que llega a 134000 calorías, comparadas con 54000 ca lorías para maíz y 56000 para trigo. (17)

CALIDAD CULINARIA

La calidad culinaria de la papa es el resultado de una serie de factores como:

- a) Facilidad de las papas para cocerse, esto es que no tome un gran lapso hasta la completa cocción: 25-40 minutos y que no se requiere una temperatura muy elevada.
- b) Uniformidad: Que la cocción sea uniforme en las diversas secciones del tubérculo de papa, al mismo tiempo, y a la misma temperatura.
- c) Forma del tubérculo después de cocido; este debe conservar la for ma original sin agrietarse o desintegrarse.
- d) La textura de la pulpa: Harinosa para la mayoría de los gustos
- e) Color de la pulpa después de cocida: Depende del color original de la variedad y puede ser blanca o amarilla. La pulpa debe conservar el color original.
- f) Sabor: El sabor es una condición resultante de la combinación de todos los otros factores antes mencionados. Esto significa que debe tenerse en cuenta ciertos aspectos sobre la materia prima. (17)

DIVERSOS USOS DE LA PAPA

a) ALIMENTACION HUMANA: La papa es usada en diversos países y preparada en un sinnúmero de platos dentro de la dieta diaria; sin embargo, en los países Centroamericanos su consumo es aún mínimo pues es considerado un producto no básico; por el contrario los alimentos in dispensables para ellos son el maíz y frijol.

Esto se debe al desconocimiento del potencial que tiene la papa en su aspecto nutricional, así como de las diversas formas de preparación.

b) VALOR MEDICINAL DE LA PAPA: Por la solanina que contiene los tallos y las hojas de la papa, son un poco narcóticos y calmantes; los tubérculos a causa de su gran riqueza de féculas son emolientes. La fécula extraída de los tubérculos (almidón) es útil contra las escoriaciones.

Como planta medicinal destinada al uso interno vale más no usar los tallos y las hojas de la papa porque podrían resultar peligrosas en manos de profanos.

En diversas comarcas se hace uso de la ralladura de papa aplicada so bre las quemaduras y sujetadas con una venda para refrescar. (21)

ELEMENTOS FERTILIZANTES PARA LA SIEMBRA DE PAPA

La primera fertilización se realiza en el momento de la siembra y se aplica de 8 a 10 quintales por manzana del fertilizante 15-15-15 esto se realiza cuando el suelo indica deficiencia en los nutrientes NPK. Aplicar una mezcla de 3 quintales de 20-20-0 más 1.5 quintales de Urea por manzana, cuando el análisis del suelo indique que el NPK son adecuados. La segunda fertilización nitrogenada debe hacerse entre los 40 a 50 días después de la siembra; esto para ayudar al desarrollo foliar y a la formación de tubérculos; esta fertilización debe hacerse mezclando quintal y medio de urea con 80 libras de Volatón granulado al 5% y aplicar solamente 35 libras de esta mezcla por cuerda de 40 varas; esto se realiza a 10 cms. del pié de la mata; inmediatamente se realiza la segunda limpia, ésta del centro de los surcos hacia las plantas, llevando tierra suficiente para levantar un camellón que favorezca el desarrollo de los tubérculos con esta operación se evita la caída de las plantas, se cubre bien la mezcla de fertilizante e insecticida y se evita que la polilla deposite sus huevos muy cerca de las raíces dañando las papas. (16).

Los principales elementos que como abono debe llevar el cultivo de la papa son:

- i) Nitrógeno: El cultivo de la papa necesita tener disponible gran parte del "N" en su primer desarrollo para la producción de tallos y hojas.
- ii) Fósforo: Este elemento es absorbido como ión monovalente PO_4^- y se denomina fosfato. La mayor cantidad de fósforo está presente en

los tubérculos y después en las hojas y en los tallos. A los 40 días la planta ya ha absorbido el 80% del total del fósforo; posteriormente se produce la translocación del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los tubérculos. La deficiencia de fósforo en la planta se refleja en síntomas en la planta como: Los bordes de las hojas aparecen color rojo-marrón a marrón- violeta y están curvados hacia arriba. (17)

iii) Potasio: El potasio es absorbido como ión K; este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta, especialmente en la fotosíntesis y la translocación de los azúcares. La carencia de este en la planta se reconoce por la deficiencia en el desarrollo foliáceo y de los tubérculos. (17)

iv) Calcio: Sólo se aplica cal en suelos muy ácidos o de deficiencia de estructura. La deficiencia de calcio provoca la total ausencia de producción de los tubérculos y en casos menores aparecen puntos negros en la zona medular de los tubérculos y un enrollado en las hojas. (17)

CARACTERISTICA DE LA VARIEDAD ATZIMBA

Esta variedad se adapta a 460-3000 mts. sobre el nivel del mar; su altura es de 70-80 cms. los tallos son erectos y fuertes y con la madurez se vuelven rastreros; el color del follaje es verde pálido; las flores son blancas; la forma del tubérculo es redondo alargado, el color externo del tubérculo es amarillo crema y el color interno es crema; los ojos o yemas son poco profundos; el ciclo es de 90-110 días; la resistencia al tizón tardío es moderadamente susceptible; el rendimiento en quintales/manzana es de 300-500; su contenido en sólidos totales es 21.7%. (11)

FECHAS DE SIEMBRA

Antes de sembrar papa en un terreno, conviene limpiar el suelo inmediatamente después de haber levantado la cosecha anterior.

El surcado debe hacerse a una profundidad de 15 a 20 cms. bajo el nivel del suelo.

Las fechas de siembra para la papa deben ser temprano, en los meses de enero a marzo, pues es una buena práctica para evitar o reducir al máximo el ataque del tizón tardío, el cual se presenta con mayor intensidad en el mes de julio, al establecerse las lluvias. Al sembrar la semilla de papa la distancia entre plantas debe ser 20-30 cms. y la separación entre surcos de 70-80 cms. de esta manera se tendrá una población aproximada de 13.800 plantas por hectárea.

E) ENFERMEDADES (17)

a - La principal enfermedad que ataca al cultivo de la papa es el tizón tardío. Para combatir esta enfermedad hay que hacer uso de los productos Manzate - D al 80% y Manzate al 70%, la cantidad que se aplica de estos fungicidas en las aspersiones es de 250 gramos del producto comercial, disuelto en 100 lts de agua, puesto que la humedad del ambiente favorece el incremento del tizón tardío, la frecuencia de las aplicaciones dependerá de la presencia y cantidad de las lluvias; en todos los casos el fungicida se debe aplicar antes de que aparezca la enfermedad. El organismo causante del tizón de la papa (Phitophtho ra infestans) que origina la reducción de los rendimientos en las papas es de la Epifitia Europea. En el año de 1926 se encontró que los daños causados por la Epifitia de tizón, tanto en Europa como en América estimularon a los investigadores a obtener variedades de papa resistente a esta enfermedad. Esta enfermedad es de distribución mundial y en las regiones de clima fresco. Este hongo ataca tanto al folllaje (tallos y hojas) como a los tubérculos de la papa y se manifiestan en manchas húmedas irregulares, al comienzo verde pálido luego marrón oscuro y negro, con un borde clorótico. La infección en los tubérculos origina una mancha marrón grisácea irregular que permanece seca o es invadida por saprófitos dando origen a una putridión húmeda de olor característico. (17)

b) Polilla de la papa (Lipidoptera-Gelecheidae)

Las larvas minan el parénquima de las hojas, hacen galerías en las ramas, tallos y tubérculos, especialmente si estos están mal apocrecidos

dos. Las galerías en los tubérculos son posteriormente invadidos por organismos de putrefacción. La plaga puede ser llevada a los almacenes donde se guarda la papa y allí continúa su efecto destructor.(17)

c) Nemátodos del quiste (Tylenchida-heteroderidae)

Las larvas penetran las raíces de la planta, originando diversas alteraciones en su fisiología, en casos extremos, incluso la muerte de la planta. Las larvas son amarillas, blancas o crema, luego se tornan marrones; las hembras depositan sus huevos dentro de una cutícula gruesa que constituye el quiste y que es la característica de este grupo de parásitos. (17)

F) CONTROL DE ENFERMEDADES

Entre las enfermedades que más afectan al cultivo de la papa, se encuentra el Tizón Tardío y Tizón Temprano, que afectan severamente el rendimiento, si no son controlados adecuada y oportunamente. Para un control efectivo se recomienda hacer aplicaciones simultáneas de insecticidas y fungicidas ahorrando así mano de obra y agua.

La plaga de la Gallina ciega y gusanos cortados cuyo nombre técnico es *Phyllophaga* Sp y *Agrotis Ypsilon* respectivamente; ocasionan un daño a la raíz y al tubérculo y se combaten aplicando al suelo Volatón 2.5% G, Furadán 5G, Curater y Basu Curater 5G, a la siembra, por cuerda de 40 varas. No hay riesgo alguno de daño si el producto cae sobre la semilla.

G) INDUSTRIALIZACION DE LA PAPA

El principal factor que determina la posibilidad para la industrialización de una variedad de papa es su calidad culinaria, especialmente su contenido de carbohidratos, para la industria de papas fritas se prefiere material crudo con alto contenido en sólidos, ya que absorben menos aceite al cocinarse. La industria prefiere variedades con alto contenido de materia seca, bajo contenido de azúcares reducidos fáciles de acondicionarse después del almacenamiento, con largo período de reposo y resistente a una o más decoloraciones del tubérculo (21).

El almidón, que constituye el 65-80% de la materia seca total de los tubérculos de papa, se forma alrededor de los plastidios de las células del parénquima. El almidón está formado por una larga cadena de moléculas de un polímero de glucosa.

Las moléculas se arreglan ya sea en forma lineal dando origen a la Amilosa, o en forma ramificada. Amilopectina; tales compuestos se encuentran en relación de 3:1.

La hidrólisis del almidón se efectuó por enzimas produciendo dextrinas y azúcares. Existen dos enzimas: La Alfa amilosa y la beta amilosa.

La alfa amilosa hidroliza la molécula de almidón acortando las cadenas, lo que disminuye la viscosidad del almidón. La beta amilosa produce maltosa, que no es coloide y tiene sabor dulce.

Los azúcares (glucosa, fructuosa, sacarosa, maltosa) formado por la hidrólisis del almidón mediante su tiempo de almacenamiento o por

fermentación produciendo en esta alcohol etílico, butílico, isopropílico, acetona y ácidos ya sea el acético, láctico, cítrico, gluconíco fumarólico y ascórbico.

El almidón de papa se usa en un 60% en la industria papelera, en un 30% en la industria textilera y en un 10% como alimento y en otros usos. Además se emplea en la fabricación de alimentos para bebés, producto para repostería, pasteles, galletas, en la industria de farmacia para vendas adhesivas, polvos para aplicaciones dermatológicas, para pildoras y tabletas.

El tratamiento del almidón de papa en autoclave con ácidos diluidos da origen a un licor azucarado cuya hidrólisis depende de la concentración de ácidos y de la temperatura, se obtiene así la glucosa líquida la cual se usa en la confección de caramelos, confites, dulces, pastillas, bebidas, productos químicos y farmacéuticos, textiles. La glucosa líquida esta compuesta de 40% de dextrina, 20% de maltosa y 40% de glucosa. (21)

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCION DE LA PAPA EN LAS PILAS
(CHALATENANGO)

UBICACION DE LAS PILAS

Las dos zonas donde se cultiva la papa en nuestro país son: El Valle de Zapotitán ubicado en el centro Occidental del país y Cantón "Las Pilas" perteneciente al municipio de San Ignacio, Departamento de Chalatenango; situado a 9 km. al N.E. de la villa de San Ignacio y es límitrofe con la República de Honduras. (20)

ECOLOGIA

Es un área que de acuerdo a sus condiciones físicas, agrobiológicas y socioeconómicas, se clasifican como una zona de desarrollo agrícola marginal, apta para forestales; sin embargo esta área se encuentra habitada por agricultores de bajos recursos económicos en su mayoría quienes cultivan hortalizas y granos básicos; los granos son para subsistir y los cultivos hortícolas son comerciales. La ecología de este lugar favorece la producción de ciertas hortalizas como: papa, repollo y cebolla. (20)

La siembra es manual con azadón, en la época de verano. Se siembra de la parte baja a la pendiente del terreno hacia la parte alta donde al abrir el surco de arriba se tapa el de abajo en el cuál ya ha sido depositada la papa más el fertilizante. Los distanciamientos utilizados son entre 20-30 cms. entre plantas dependiendo del tamaño

de la semilla y 70 a 80 cms. entre surco, esta última varía también de acuerdo a la pendiente del terreno.

Las épocas de siembra en El Salvador abarcan los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, aunque últimamente, el cultivo ha tomado más auge y siembran casi todo el año; la única limitante es la disponibilidad de semilla, por lo cual algunos agricultores no pueden sembrar todo el año. (20)

SISTEMA DE RIEGO DE LA ZONA LAS PILAS

En esta zona existe un tanque de captación que sirve para la distribución del agua, se hace por medio de canales de tierra hechos por agricultores; hay unos 20 km de canales, también el agua proviene de la montaña la cuál es captada en un tanque (20)

GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA EN EL SALVADOR.

En la región de las Pilas y Zapotitán se cosecha la papa dos veces por año en grandes cantidades ya que allí existen condiciones ecológicas muy apropiadas para la producción; además el Instituto de la Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) ha generado Tecnología adecuada que permite superar ampliamente los rendimientos actuales. Bajo estas circunstancias, la producción y rendimientos de la papa supera ampliamente a la del maíz y el trigo y por consiguiente la rentabilidad es mayor. Si consideramos que la papa tiene la habilidad de rendir mayor cantidad de materia seca que el trigo y el maíz, y en vista de que el contenido de calorías, proteínas, grasas, hidratos de carbono, minerales y vitaminas de estos cereales son similares, se deduce que la papa tiene la habilidad de producir mas alimento por unidad de superficie. A lo anterior, hay que agregar que la papa produce mayor cantidad de proteínas por unidad de superficie que cualquier grano básico y es la fuente más rica en aminoácidos esenciales que son necesarios para el desarrollo y la salud de los humanos. (16)

COSECHA Y CLASIFICACION

Unos 10 días después de la defoliación se vuelve a realizar un muestreo para verificar si los tubérculos ya maduraron y bastará frotar la piel de las papas con la yema de los dedos y si la piel no se desprende significa que el punto de cosecha ha llegado. Debe tenerse en cuenta que al realizar la cosecha el suelo no deberá contener dema-

siada humedad. Si la plantación es grande y el terreno plano puede emplearse un tractor con arado de vertedero pero si la plantación es pequeña o mediana, el uso del azadón resultará adecuado para ir abriendo el camellón a ambos lados de la mata y dejar al descubierto las papas.

Luego se hace una separación de tubérculos podridos, deformes y dañados (por insectos) y (daños mecánicos por cosecha) que pueden ser utilizados para alimentación de animales, los tubérculos sanos se pueden clasificar en 3 ó 4 categorías, por tamaño y calidad, para facilitar el mercadeo. (17)

HIDROLISIS DEL ALMIDON DE PAPA

La hidrólisis del almidón de papa mediante ácidos diluidos producen glucosa, lo que significa que su molécula es el resultado de la unión de un cierto número de moléculas de ese azúcar, merced a la pérdida de agua. La reacción que se lleva a cabo al transformarse el almidón en azúcar es la siguiente:

Almidón + FOSFATO INORGANICO $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ Glucosa-1-Fosfato.

Si el almidón es hidrolizado químicamente por ejemplo: Calentándolo con ácido clorhídrico, la formación de la Glucosa se efectua en varias etapas: Primero aparecen polisacáridos solubles en agua denominados dextrinas; a esta sigue el disacárido maltosa y este por fin se desdobra en dos moléculas de glucosa.

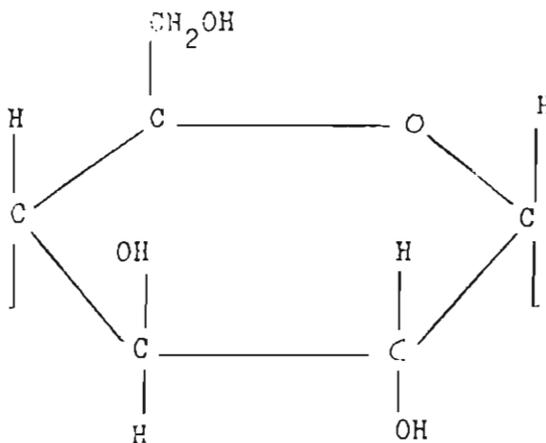
El almidón no es soluble en agua fría, pero se hincha considerable

mente, pues el absorbe hasta el 40% de agua; ésta es retenida con una gran fuerza de inhibición a tal punto que aún puesto al aire seco, el almidón conserva un 15% de humedad.

El almidón se forma en los cloroplastos de las células de la planta y éste al sufrir una reacción de hidrólisis en presencia de una enzima llamada fosforilasa se obtiene la Glucosa-1 fosfato.

El color azul negruzco que se desarrolla cuando se adiciona todo al almidón es debido a la amilasa que éste contiene.

El almidón es un compuesto de elevado peso molecular que, después de una hidrólisis completa produce solamente molécula de alfa-D-Glucosa. Los granos de almidón son muy abundantes en los granos de reserva, como las semillas, tubérculos y bulbos. El tamaño y forma del almidón depende según las plantas donde procede. (18)



Almidón

En estudios realizados en 1948 sobre el almacenamiento de papas en que no se necesita que germinen (4), se encontró: El uso de una hormona vegetal llamada Metil-Alfa-Naftil acetato (MANA) la cuál servía para inhibir los brotes en las papas durante el almacenamiento. Esta hormona ayuda a inhibir la germinación, pero los tubérculos pueden ser guardados en condiciones de almacenamiento adecuados por 9 ó 10 meses después de la cosecha o más tiempo.

En una investigación que se llevó a cabo en 1974 sobre, el efecto que tiene la temperatura elevada del almacenamiento en la pérdida de peso y contenido de azúcar en los tubérculos de papa; se encontró que para las variedades Kufri Chamatkar y Kufri Sindhuri fisiológicamente se pierde muchísimo peso en los tubérculos de papa que en un almacén de temperatura frío.

Fue excelente el incremento de azúcar observado en el almacenamiento en frío de papa. La sacarosa fué el azúcar más importante la cual almacenó en los tubérculos. (1)

Otros estudios realizados en 1980 en Kenya por agricultores en pequeña escala, sobre el almacenamiento de papa, en que la fluctuación del precio permanente de la papa (Solanum Tuberosum) es principalmente causada por el hecho de que en el tiempo de cosecha (normalmente - - enero/febrero y julio/agosto) el mercado es usualmente invadido por esta cosecha, entonces el precio es más bajo; para prevenir esto, varios tipos de almacenamiento son descritos con su posible pérdida de peso en el almacenamiento, esto puede ser satisfactorio y la facilidad de almacenamiento puede ser posible por agricultores en pequeño (2).

En junio de 1981 se publicó un artículo sobre el control de *Phthorimaea operculella* en el almacenamiento de papa (*Solanum tuberosum*) destinada para semilla; en este caso al comenzar la polilla en los tubérculos de papa almacenada se le colocó 2.5 kilogramos por tonelada de papa de Neocidol 40, siendo este el mejor control al comenzar el tratamiento de la polilla del tubérculo (*Phthorimaea operculella*) (3), luego en septiembre del mismo año se hizo otro estudio acerca de usar Pheromone el cual sirve para controlar la plaga *Phthorimaea operculella* la cual es dañina para los tubérculos de papa en el almacenamiento; el Pheromone se mezcló con 100 mgs. PTML y 3 mgs. PTM 2.

En Cuba en el año de 1983 (5) se hizo un estudio acerca de herbicidas, fitototoxicidad y brotación en el almacenamiento de la papa (*Solanum tuberosum*). Al aplicar herbicidas a la planta de papa analizaron que no hubo cambio en el contenido de almidón o sea que no fueron afectados los tubérculos en el almacenamiento.

Estudios más recientes realizados en Philipinas en abril del mismo año; se llevó a cabo una investigación acerca de métodos de almacenamiento y pérdidas en el almacenamiento de la papa, y se encontró que fué solamente de 3% durante los 3 meses siguientes al período de maduración, esto se incrementó al 25% después de 5 meses. La calidad mostró cambios en una prueba similar con exceso de brotación, el marchitamiento de los tubérculos se comenzó a observar después de los 5 meses.

IV - OBJETIVOS

A) OBJETIVO GENERAL

Determinar cambios sufridos en la papa durante el almacenamiento de seis meses.

B) OBJETIVOS ESPECIFICOS:

a- Relacionar cantidad de almidón, azúcares reductores y agua con el tiempo de almacenamiento de la papa.

b- Comprobar que el contenido de almidón, azúcares reductores y humedad sufridos por la papa almacenada influyen en su calidad.

V - HIPOTESIS

A medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, la papa sufre cambios en su contenido de humedad, azúcares reductores y almidón.

VI - MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

La materia prima, papa (*Solanum tuberosum*) variedad "ATZIMBA", fué sembrada en las Pilas Chalatenango; posteriormente se cosechó y almacenó por seis meses, en tarimas de madera repartida en tres compartimientos; de los cuales se tomó una muestra representativa de un kilógramo de cada compartimiento, para realizar los análisis químicos mensuales y así determinar el porcentaje de almidón, azúcares reductores y humedad contenidos en la papa. La temperatura en que se mantuvo la papa almacenada durante los seis meses fué de 15-20°C. El suelo donde se sembró la papa fué de textura franco arcilloso.

El tratamiento que se le siguió a la papa para verificar los análisis fué: se peló, cortó y maceró en un mortero, de aquí se tomarán las muestras para llevar a cabo los análisis.

REACTIVOS UTILIZADOS EN LOS ANALISIS

Acido Perclórico al 60%

Solución de Acetato de Uranilo al 5%

Celite

Solución de Cloruro de Sodio al 20%

Reactivo de Yodo-Yoduro de Potasio

Solución Alcohólica de Hidroxido de Sodio 0.25N

Acido Clorhídrico 0.7N

Indicador Rojo de Fenol 0.1%

Hidróxido de sodio 1N

Acido oxálico 0.1N

Reactivo de Somogyi

Solución de KI 2.5%

Acido sulfúrico 1.5%

Thiosulfato de sodio 0.005 N

Acido clorhidrico

Indicador de azul de metileno 1%

Sal de Rochele

Sulfato de cobre 5 H₂O

Agua destilada

Hidróxido de sodio al 20%

Sacarosa pura

Fenolftaleína 1%

Solución standar de azúcar invertida al 1%

APARATOS:

Estufa de Aire AIDEL 01-145

Estufa

Hot-plate

Balanza analítica

Balanza granataria

Desecador

Centrífuga

Cronómetro

EQUIPO

Pipetas volumétricas: 1,2,3,5,10,25 y 50 ml.

Erlenmeyer : 250 ml.

Beaker: 10,25,50,100,250,500,1000 ml.

Frascos volumétricos : 10,25,50,100,200,250,500,1000 ml.

Probetas: 5,10,25,100 ml.

Buretas: 50,100 ml.

Vidrio de reloj

Agitadores

Espátulas

Tubos de ensayo con tapón

Cápsula de porcelana

Mortero con pistilo

Papel de aluminio, papel filtro, papel p^H, papel glacil

Cápsula de aluminio

Frasco lavador

Goteros

Embudo

Soporte

Trípode

Pinza para bureta

Pinza de extensión

Pinza versátil

Guantes

Termómetro

Cuchillo

Pelador

Trozo de madera

METODOLOGIA PARA EL CONTENIDO DE ALMIDON EN LA PAPA (METODO OFICIAL DE LA A.O.A.C. LLAMADO METODO TRITRIMETRICO)

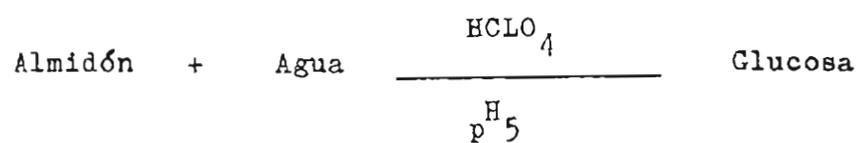
1. Pesar exactamente 10g. de muestra fresca dentro de un tubo de ensayo pyrex de 25x150 mm.
2. Agregar cerca de 200 mg. de arena y 5 ml. de agua, mezclar bien con agitación para humedecer la muestra.
3. Calentar el tubo en un baño de agua hirviendo por 15 minutos, hasta que el almidón tenga una consistencia gelatinosa.
4. Enfriar a temperatura ambiente y colocar en un baño a 22-25° C; luego agregar 5 ml. de ácido perclórico al 60% rápidamente con constante agitación.
5. Rápidamente transferir cuantitativamente a un frasco volumétrico de 100 ml. y agregar 3 ml. de una solución de acetato de uranilo al 5%, esto para precipitar las protefnas; diluir a volúmen con agua destilada, mezclar bien; luego centrifugue.
6. Pipetear 10 ml. del sobrenadante claro y colocar dentro de un tubo de ensayo de 25x150 mm. y agregar 100 mg. de celite, 5 ml. de solución de cloruro de sodio al 20% y 2 ml. de reactivo I-KI mezclar bien.
7. Dejar reposar una noche, centrifugar y decantar, lavar el precipitado almidón yodo suspendiéndolo en 5 ml. de solución alcohólica de NaCl, centrifugar y decantar.
8. Agregar 2 ml. de solución alcohólica de NaOH para formar el precipiitado; agitar suavemente y tapar el tubo hasta que el precipi-

tado no tome el color azul constante, dejar un amplio tiempo para que el complejo se descomponga .

9. Lavar las paredes del tubo con 5 ml de solución alcohólica de NaCl, centrifugar para liberar el almidón y lave nuevamente con 5 ml de solución alcohólica de NaCl como antes.
10. Agregar 2 ml de HCL 0.7 N al precipitado, tapar el tubo suavemente con tapón de crisol y calentar 2.5 horas en un baño de agua hirviendo.
11. Enfriar y transferir cuantitativamente a un frasco volumétrico de 25 ml; añadir gotas de rojo de fenol y neutralizar con NaOH 1N.
12. Desarrollar el color con ácido oxálico 0.1N, diluir a volúmen y mezclar bien.
13. Transferir una alicuota de 5ml a un tubo de ensayo pyrex de 25x 100 mm luego agregar exactamente 5 ml de reactivo de somogyi; tapar el tubo con crisol número 00
14. Calentar junto con varios blancos (3) conteniendo 5 ml de H₂O y 5 ml de reactivo de Somogyi en un baño de agua hirviendo exactamente 15 minutos, remover el tubo del baño y enfriar a 25-30° C.
15. Agregar 1 ml de solución de KI 2.5% a través de las paredes del tubo sin agitación, luego agregar 3 ml de H₂SO₄ 1.5N rápidamente con agitación.
16. Después que todo el óxido de cobre se disuelva, titular esta solución con tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₄ 0.005N), añadiendo el indicador de almidón justamente antes de que alcance el punto final Tratar la solución del blanco en forma similar.

En la parte práctica realizada en el laboratorio del Centro de Tecno

logía Agrícola (CENTA) hidrolizamos el almidón presente, pusimos la muestra y esta en presencia de agua a un p^H ácido se hidroliza dando como resultado la Glucosa así. (8)



DETERMINACION DEL FACTOR GLUCOSA

- Pesar exactamente 150 mg. de glucosa y colocarla en un frasco volumétrico de 1 litro, disolverla en agua mezcle bien y afore.
- Transferir una alícuota de 5 ml. a un tubo de ensayo pyrex de 25x200 mm, agregar exactamente 5 ml. de reactivo Somogyi y caliente (junto con 3 blancos los cuales contienen 5 ml. de agua y 5 ml. de Somogyi) exactamente 15 minutos en un baño de agua hirviendo, enfriar.
- Titular con solución de tiosulfato de sodio 0.005N, añadiendo indicador de almidón justamente antes que alcance el punto final. De la diferencia entre el blanco y glucosa, calcular los mg. de glucosa equivalente a 1 ml.

ESTANDARIZACION DE TIOSULFATO DE SODIO 0.005N

- Disolver 2.73 g. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en agua y diluir a 2 litros; llenar una bureta de 50 ml. con esta solución para titular.
- En un erlenmeyer de 250 ml. colocar 1 ml. de solución de KI 2.5%, 3 ml. de H_2SO_4 1.5N y 5 ml. de reactivo de somogyi, dejar reposar 5 minutos luego titule con la solución de tiosulfato de sodio 0.005N, agregando indicador de almidón.

PREPARACION DEL REACTIVO DE SOMOGYI

Disolver 56 g Na_2HPO_4 anhidro y 80 g de sal Rochelle en un litro de agua, agregar 200 ml. de NaOH 1N agregar lentamente y con agitación

160 ml. de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 10%. En esta solución disolver 360 g. de Na_2SO_4 anhidro, luego transferir a un frasco volumétrico de 2 litros, agregar exactamente 200 ml de KIO_3 0.1N (3.5667 g/L), diluir, mezclar y dejar en reposo varios días.

Filtrar descartando los primeros 50 ml. guardar el reactivo a temperatura ambiente.

METODOLOGIA PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA PAPA (METODO OFICIAL DE LA A.O.A.C. MODIFICADO POR EL LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA C.E.N.T.A.)

- 1.- Colocar las cápsulas en una estufa, durante 1 hora a 80°C.
- 2.- Enfriar las cápsulas en un desecador por 30 minutos y pesarlos.
- 3.- Pesar en cada cápsula 2.0 g de la muestra la cual ha sido previamente cortada en trozos pequeños.
- 4.- Colocar las cápsulas en un horno de vacío por 1 hora a 130°C
- 5.- Enfriar las cápsulas en un desecador por 30 minutos y pesarlos.
- 6.- Calcular los resultados y expresarlos en términos de porcentaje.

METODOLOGIA PARA EL CONTENIDO DE AZUCARES REDUCTORES EN LA PAPA. METODO VOLUMETRICO DE LANE-EYNON (MODIFICADO).

REACTIVOS

- 1) Solución (a): Solución de Sulfato de cobre. Se disuelve 34.639g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 500 ml. de agua, filtrar.
- 2) Solución (b): Solución de tartrato alcalino. Se disuelve 173g de KNa tartrato $4\text{H}_2\text{O}$ (Sal de Rochelle y 50 g de NaOH en agua, diluir a 500 ml., se deja reposar 2 días, luego filtrar.
- 3) Solución de la muestra invertida con ácido.
- 4) Solución standard de azúcar invertida 1%.
- 5) Solución standard de trabajo 5mg/ml.
- 6) Indicador de azul de metileno 1%.

- PREPARACION DE LA MUESTRA.

- 1.- Pesar 8.0 g de muestra y agregar 250 ml. de agua, precalentar a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, transferir a un frasco volumétrico de 500 ml. agitar por 30 minutos dejar reposar 30 minutos, enfriar a 20 grados centígrados, aforar y filtrar.

- INVERSION DE LA MUESTRA CON ACIDO.

- 1 - Medir exactamente 100 ml. de filtrado anterior y colocarlo dentro de un frasco volumétrico de 200 ml. agregar 5 ml. de HCL,

dejar reposar 24 horas a 20-25° C.

Agregar 3-5 gotas de fenolftaleina y neutralizar con solución de NaOH al 20%, agregar gotas de HCL 0.5N hasta que desaparezca el color, diluir a volumen con agua destilada y mezclar bien.

PREPARACION DE LA SOLUCION ESTANDARD DE AZUCAR INVERTIDA 1%

- Pesar 9.5 g. de sacarosa pura y agregar 5 ml. de HCL, diluir con 100 ml. de agua, guardar esta solución en un frasco volumétrico de 1 litro almacenarla por varios días (7 días a 12-15° C ó 3 días a 20-25° C); luego aforar. (La solución acidificada de azúcar invertida es estable por varios meses). Neutralizar una alícuota con NaOH 1N y diluir a una concentración deseada inmediatamente antes de usarla.

PREPARACION DE LA SOLUCION ESTANDARD DE TRABAJO (5 mg/ml.)

- Medir exactamente 100 ml de la solución estándar de azúcar invertida y transferir un frasco volumétrico de 200 ml. agregar 3 gotas de fenolftaleina y neutralizar con 1 gota de NaOH 20%. Diluir a volumen y mezclar bien (preparación reciente).

TITULACION APROXIMADA DE LA MUESTRA.

- Pipetear 10 ml. de solución (a), 10 ml. de solución (b) y colocar en un erlenmeyer de 250 ml. mezclar; agregar 10 ml. de solución de la muestra invertida.
- Agregar 40 ml. de agua y mezclar.
- Agregar perlas de vidrio y calentar regulando el calor, de modo que la muestra comience a hervir en 3 minutos; después que el líquido ebulle 10-15 segundos, observar el cambio de color de la solución.
- Si el color azul inicial persiste añadir 0.5-1 ml. de la solución estandard de trabajo, teniendo precaución de no pasar el punto final.
- Añadir 3-4 gotas de azul de metileno y continuar titulando 1 ml. de cada 10 segundos, hasta que el indicador desaparezca completamente.

TITULACION DE LA MUESTRA

- a- Pipetear 10 ml. de cada una de las soluciones Soxhlet (a) y (b) en un erlenmeyer de 250 ml. y agregar una alicuota de 10 ml. de solución de muestra invertida, añadir 40 ml. de agua.
- b- Mezclar bien, añadir perlas de vidrio y calentar regulando el calor, para que comience a hervir en 3 minutos, durante la ebullición agregar rápidamente la solución estandard de trabajo de la bureta

de tal manera que no haga falta más de 0.5-1.0 ml. de solución adicional para completar la titulación.

c-Sin retirar de la fuente de calor, mantener la ebullición moderada; agregar 4 gotas de solución de azul de metileno al 1% y completar la Titulación dentro de 3 minutos añadiendo solución estandard de trabajo a intervalos de 10 segundos hasta que la mezcla tenga el color original antes de agregar el indicador. (8)

ESTANDARIZACION DEL REACTIVO SOXHLET

NOTA: Reactivo Soxhlet se le llama a la unión de la solución (a) y solución (b).

- Llenar una bureta de 50 ml. con la solución estándar de trabajo.
- Pipetear 10 ml. de la solución (a) y 10 ml. de solución (b), colocar en un erlenmeyer de 250 ml. mezclar y agregar 30 ml. de agua.
- Añadir con la bureta casi toda la solución estándar de trabajo (aproximadamente 19 ml.) necesarios para reducir el cobre.
- Añadir perlas de vidrio y colocar en la cocina regulando el calor de modo que la ebullición comience aproximadamente en 3 minutos, de je ebullición 2 minutos.
- Añada 3-4 gotas de azul de metileno y complete la titulación dentro de 3 minutos, añadiendo solución estándar de trabajo a intervalos de 10 segundos hasta que la mezcla obtenga un color anaranjado como el que tenía antes de agregar el indicador.

F = Factor de cobre es el número de mililitros de solución estándar de trabajo requeridos para reducir el cobre en 10 ml. de solución (a) y 10 ml. de solución (b). Usar el promedio de 3 titulaciones.

VII - CALCULOS

DETERMINACION DE ALMIDON

FORMULA:

$$\% \text{ Almidón} = 50 \quad (\text{ml. blanco} - \text{ml. muestra}) \times \frac{0.90}{\text{mgM}} \times \frac{N}{0.005} \times G \times 100$$

Donde:

50 = Factor de dilución

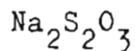
Valoración muestra:

0.90 = Factor de glucosa en almidón

a = 100 ml.

N = Normalidad actual de solución

b = 9.8 ml.



c = 10.2 ml.

Valoración Blanco = 0.8 ml.

G = Miligramos de glucosa equivalente a 1 ml. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.005 N

Primer análisis realizado en el momento de cortar la papa.

PRIMER GRUPO: MUESTRA a:

$$\% \text{ Almidón} = 50 (0.8 - 10 \text{ ml.}) \times \frac{0.90}{1000\text{mg.}} \times \frac{0.011}{0.005} \times 0.138 \times 100$$

$$\% \text{ Almidón} = 12.56\%$$

CALCULO DE LA NORMALIDAD

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$N_1 = 0.005$$

$$V_1 = 9 \text{ ml.}$$

$$V_2 = 3.9 \text{ ml.}$$

$$N = \frac{0.005 \times 9 \text{ ml.}}{3.9 \text{ ml.}}$$

CALCULO DE G

$$150 \text{ ----- } 1000 \text{ ml.}$$

$$x \text{ ----- } 5 \text{ ml.}$$

$$x = 0.75 \text{ mg.}$$

$$\begin{array}{r}
 0.75 \text{ mg} \text{ ----- } 5.4 \text{ ml} \\
 x \text{ ----- } 1 \text{ ml.} \\
 \\
 x = 0.138
 \end{array}
 \quad N_2 = 0.011$$

NOTA: 5.4 ml=ml Blanco -ml tiosulfato
 Na 0.005N al ti
 tular glucosa

NOTA: 3.9 ml. thiosulfa-
 to de Na 0.005N en Stan-
 darización.

$$= 0.8 \text{ ml} - 6.2 \text{ ml}$$

$$= 5.4 \text{ ml}$$

MUESTRA b:

$$\begin{array}{l}
 \% \text{ Almidón} = 50(0.8-9.8 \text{ ml}) \frac{0.20}{1000 \text{ mg}} \times \frac{0.011}{0.005 \text{ N}} \times 0.138 \times 100
 \end{array}$$

$$\% \text{ Almidón} = 12.29\%$$

MUESTRA c:

$$\begin{array}{l}
 \% \text{ Almidón} = 50(0.8-10.8 \text{ ml}) \frac{0.20}{1000 \text{ mg}} \times \frac{0.011}{0.005} \times 0.138 \times 100
 \end{array}$$

$$\% \text{ Almidón} = 12.84\%$$

CALCULO DE LA MEDIA DEL PORCENTAJE DE ALMIDON

$$\bar{X} \% \text{ ALMIDON} = \frac{\% \text{ almidón Muestra "a"} + \% \text{ almidón M "b"} + \% \text{ M "c"}}{3}$$

$$= \frac{12.56\% + 12.29\% + 12.84\%}{3}$$

$$\bar{X}\% \text{ ALMIDON} = 12.56\%$$

DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES

FORMULA:

$$\% \text{ Azúcar Invertida} = \frac{(F - M) \times I \times 100}{W}$$

Donde:

F= Factor de cobre (número de ml. de solución estándar de trabajo requerido para reducir 20 ml. de reactivo Soxhlet.

M= Mililitro de la solución estándar de trabajo usados en titulación de la muestra.

I= Gramos de azúcar invertida en 1 ml. de solución de azúcar estándar de trabajo.

W= Gramos de muestra en alicuota usada

I= Al preparar la solución estándar de azúcar invertida quedó con la siguiente concentración :

$$5 \frac{\text{mg}}{\text{ml}} = 0.005 \text{ g/ml.}$$

W : Se pesaron 8.0 gramos de muestra y se llevaron a 500 ml. entonces calcular cuantos gramos hay en la alicuota usada de 10 mililitros.

$$8.0 \text{ g} \text{ ----- } 500 \text{ ml}$$

$$X \text{ ----- } 10 \text{ ml}$$

$$X = 0.16 \text{ g}$$

Nota: Para todos los cálculos se usará:

$$I = 0.005 \text{ g/ml y } W = 0.16 \text{ g}$$

PRIMER ANALISIS

Primer Grupo: Muestras a,b,c

$$\% \text{ azúcar invertida} = \frac{(22.40 - 22.40 \text{ ml}) \times 0.005 \text{ g} \times 100}{0.16 \text{ g} \quad \text{ml}}$$

VALORACION DE MUESTRA

a = 22.40 ml
b = 22.40 ml
c = 22.40 ml

VALORACION DE SOXHLET = 22.40

Segundo grupo: Muestra a,b y c

$$\% \text{ de azúcar invertida} = \frac{(22.40 \text{ ml} - 22.40 \text{ ml}) \times 0.005 \text{ g} \times 100}{0.16 \text{ g} \quad \text{ml}}$$

VALORACION DE MUESTRA

a = 22.40 ml
b = 22.40 ml
c = 22.40 ml

VALORACION SOXHLET = 22.40 ml

DETERMINACION DE HUMEDAD (GRUPO I)

FORMULA:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

W_1 = Peso inicial

W_2 = Peso final

PRIMER GRUPO

Muestra "a":

Peso de cápsula vacía = 17.2040 g +

Peso de muestra = 2.0 g

19.2040 g -

Peso de cápsula + M seca = 18.5032 g

Peso final = 0.7008 g

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{(2 - 0.7008 \text{ g}) \times 100}{2 \text{ g}}$$

% HUMEDAD = 64.96%

Muestra "b":

Peso de cápsula vacía = 18.1122 g +

Peso muestra = 2. g

20.1122 g -

Peso de cápsula + M seca = 19.4113g

Peso final = 0.7009g

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{(2 - 0.7009\text{g}) \times 100}{2\text{g}}$$

% HUMEDAD = 64.95%

Muestra "c"

Peso de cápsula vacía = 17.1984 g +

Peso de muestra = 2.0 g

19.1984 g -

Peso de cápsula + M seca = 18.4977 =

Peso final = 0.7007 g

$$\% \text{ DE HUMEDAD} = \frac{(2 - 0.7007\text{g}) \times 100}{2\text{g}}$$

% HUMEDAD = 64.96%

CALCULO DE LA MEDIA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD

$$\bar{X}\% \text{ HUMEDAD} = \frac{64.96\% + 64.95\% + 64.96\%}{3}$$

3

$\bar{X}\%$ HUMEDAD = 64.95%

VIII - COEFICIENTE DE CORRELACION

DATOS DEL ALMIDON

X(MES)	Y (%)	X ²	Y ²	XY
0	12.39	0.0	153.51	0.0
1	1.37	1.0	1.87	1.37
2	1.19	4.0	1.41	2.38
3	1.07	9.0	1.14	3.21
4	0.99	16.0	0.98	3.96
5	0.97	25.0	0.94	4.85
6	0.96	36.0	0.92	5.76
$\Sigma X = 21$ $(\Sigma X)^2 = 441$	$\Sigma Y = 18.94$ $(\Sigma Y)^2 = 358.72$	$\Sigma X^2 = 91$ $\Sigma X^2 = 91$	$\Sigma Y^2 = 160.77$ $\Sigma Y^2 = 160.77$	$\Sigma XY = 21.53$

Nota: Para cada gráfico encontraremos un valor de "r", cuyo nombre es "Coeficiente de Correlación" y este estudia el grado de relación que existe entre varias variables; además para que sea confiable en cualquier tipo de gráfico, su valor debe oscilar entre -1 a + 1.

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X) (\Sigma Y)}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$r = \frac{7 \times 21.53 - (21) (18.94)}{\sqrt{[7 \times 91 - 441] [7 \times 160.77 - (358.72)]}}$$

$$r = \frac{150.71 - 397.74}{\sqrt{[637 - 441] [1125.39 - 358.72]}}$$

$$r = \frac{-247.03}{\sqrt{196 + 766.67}}$$

$$r = \frac{-247.03}{\sqrt{150267.32}}$$

$$= \frac{-247.03}{387.64}$$

$$r = -0.637$$

$$1 - 1/Y = a X + nb \text{ ----- multiplicar por } X$$

$$2 - X/Y = a X^2 + b X$$

Sustituir valores de cada fórmula

$$1 - 5.664 = 21a + 7b \text{ ----- multiplicar por } (-3)$$

$$2 \quad 20.65 = 91a + 21b$$

$$1 - -16.994 = -63a - 21b$$

$$2 \quad \underline{20.65 = 91a + 21b}$$

$$3.6559 = 28a$$

$$a = \frac{3.6559}{28}$$

$$a = 0.130$$

Sustituir el valor de (a) en ecuación 2

$$\begin{aligned}
 20.65 &= 91a + 21b \\
 20.65 &= 91 \times 0.130 + 21b \\
 20.65 &= 11.83 + 21b \\
 11.83 + 21b &= 20.65 \\
 21b &= 20.65 - 11.83 \\
 21b &= 8.82 \\
 b &= 0.42
 \end{aligned}$$

$$Y = \frac{1}{bx + a}$$

$$Y = \frac{1}{0.42X + 0.130}$$

Ecuación que rige la curva del gráfico, o sea que al darle valores a X, obtendremos valores para Y.

DATOS DE LOS AZUCARES REDUCTORES

X(MES)	Y(%)	XY	X ²	Y ²
0	0.00	0.00	0	0.00
1	0.05	0.05	1	0.0025
2	0.08	0.16	4	0.0064
3	0.09	0.27	9	0.0081
4	0.14	0.56	16	0.0196
5	0.18	0.90	25	0.0324
6	0.25	1.50	36	0.0625
$\Sigma X = 21$ $(\Sigma X)^2 = 441$	$\Sigma Y = 0.79$ $(\Sigma Y)^2 = 0.624$	$\Sigma XY = 3.44$	$\Sigma X^2 = 91$	$\Sigma Y^2 = 0.131$

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X) (\Sigma Y)}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$r = \frac{7 \times 3.44 - (21) (0.79)}{\sqrt{[7 \times 91 - (441)] [7 \times 0.1315 - (0.624)]}}$$

$$r = 0.98$$

DATOS DE LOS AZUCARES REDUCTORES

X(MES)	Y(%)	XY	X ²	Y ²
0	0.00	0.00	0	0.00
1	0.05	0.05	1	0.0025
2	0.08	0.16	4	0.0064
3	0.09	0.27	9	0.0081
4	0.14	0.56	16	0.0196
5	0.18	0.90	25	0.0324
6	0.25	1.50	36	0.0625
$\Sigma X = 21$ $(\Sigma X)^2 = 441$	$\Sigma Y = 0.79$ $(\Sigma Y)^2 = 0.624$	$\Sigma XY = 3.44$	$\Sigma X^2 = 91$	$\Sigma Y^2 = 0.131$

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X) (\Sigma Y)}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$r = \frac{7 \times 3.44 - (21) (0.79)}{\sqrt{[7 \times 91 - (441)] [7 \times 0.1315 - (0.624)]}}$$

$$r = 0.98$$

$$Y = a + bx$$

$$1) \quad Y = na + b X \text{ ----- Multiplicar por } X$$

$$2) \quad XY = a X + b X^2$$

Sustituir valores en cada fórmula

$$1) \quad 0.79 = 7a + 21b \text{ ----- Multiplicar por } (-3)$$

$$2) \quad 3.44 = 21a + 91b$$

$$1) \quad -2.37 = 21a - 63b$$

$$\underline{3.44 = 21a + 91b}$$

$$1.07 = 28b$$

$$b = 0.03821$$

Sustituir el valor de b en la ecuación número 2

$$3.44 = 21a + 91b$$

$$3.44 = 21a + 91 \times 0.03821$$

$$3.44 = 21a + 3.47711$$

$$a = -0.00176$$

$$Y = a + bx$$

$Y = -0.00176 + 0.03821 X$ ----- Ecuación que rige la recta del gráfico y al darle valores a X obtendremos valores para Y.

DATOS DE LA HUMEDAD

X (MES)	Y (%)	X.Y	X ²	Y ²
0	64.94	0.0	0	4217.20
1	50.06	50.06	1	2506.00
2	23.48	46.96	4	551.310
3	21.44	64.32	9	459.673
4	20.34	81.36	16	413.715
5	17.24	86.20	25	297.217
6	14.68	88.08	36	215.502
X = 21	Σ Y=212.18	Σ X.Y = 416.98	Σ X ² =91	Σ Y ² =8.660
(Σ X) ² =441	(Σ Y) ² =45020.35			

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{7 \times 416.98 - (21) (212.18)}{\sqrt{[7 \times 91 - (441)] [7 \times 8660.62 - (45020.35)]}}$$

$$r = - 0.878$$

$$Y = \frac{1}{ax + b}$$

$$1/Y = ax + b$$

$$1) \quad 1/Y = aX + nb$$

$$2) \quad X/Y = aX^2 + bX$$

Sustituir valores en cada fórmula

$$1) \quad 0.2995 = 21a + 7b \text{ ----- Multiplicar por } (-3)$$

$$2) \quad 1.138 = 91a + 21b$$

$$1) \quad 0.8985 = 63a - 21b$$

$$2) \quad \underline{1.138} = \underline{91a} + \underline{21b}$$

$$0.2395 = 28a$$

$$a = 0.0085$$

Sustituir el valor de a en ecuación número 2

$$1.138 = 91a + 21b$$

$$1.138 = 91 \times 0.0085 + 21b$$

$$1.138 = 0.77805 + 21b$$

$$b = 0.0171$$

$$Y = \frac{1}{aX + b}$$

$$Y = \frac{1}{0.0085X + 0.0171}$$

----- Ecuación que rige la curva del gráfico y al darle valores a X obrendremos valores para Y.

IX - INTERPRETACION DE GRAFICOS

En el gráfico número 1 de la variación del porcentaje de almidón con el tiempo se puede observar que la papa fresca (recién cortada) solo tiene almidón y a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, vemos que este va disminuyendo; o sea que existe una transformación completa de almidón en azúcar y la fórmula matemática que respalda este

gráfico es:
$$Y = \frac{1}{ax + b}$$

En el gráfico número 2 de la variación del porcentaje de azúcares reductores observamos que con el tiempo cero o sea la papa recién cortada no tiene azúcar, pero a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, este va aumentando y por esta razón el gráfico nos respalda con una línea recta que tiene la fórmula matemática de: $Y = a + bx$; o sea que están en relación directa; a mayor tiempo más azúcar.

En el gráfico número 3 de la variación del porcentaje de humedad con el tiempo observamos que la papa fresca tiene un porcentaje de humedad de 64.94% y a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, esta va disminuyendo, por esa razón dió una curva que viene de arriba hacia abajo; o sea inversamente proporcional a mayor tiempo de almacenamiento la humedad disminuye y esto se comprueba con la fórmula matemática de:

$$Y = \frac{1}{ax + b}$$

X - CONCLUSIONES

- 1- A medida que transcurre el tiempo desde la cosecha hasta seis meses después; la papa sufrió un aumento en la cantidad de azúcares reductores ya que el almidón que existe en ella se convierte gradualmente en azúcares.
- 2- Se modifica el sabor con el tiempo de almacenamiento por la transformación de los almidones en azúcares; en el tiempo de almacenamiento el almidón de la papa, sufre una hidrólisis ya que se efectúa por medio de dos enzimas: la alfa y beta amilasa, transformándolo en azúcares como son la glucosa, sacarosa y fructuosa.
- 3- Al efectuar el análisis del almidón existente en la papa fresca (recién cortada), se determinó que tenía 12.39%, luego al transcurrir 10 días después de la cosecha este se transformó en azúcares.
- 4- Se comprobó que al transcurrir el tiempo de almacenamiento, la papa sufre pérdida en la humedad que es debido a la evaporación y respiración que realiza el mismo tubérculo, entonces tienden a perder peso debido a la deshidratación que estas sufren.
- 5- La materia prima (papa) con la que realizamos los análisis conocidos, cumplió con las condiciones de almacenamiento; por lo tanto concluimos que los resultados obtenidos fueron satisfactorios.
- 6- Este estudio del almacenamiento de la papa por seis meses es muy importante; ya que su fin principal es comprobar que cantidad de almidón, azúcares reductores y humedad se han perdido, para luego saber que los cambios químicos sufridos en esta no han influido mucho en su calidad.

XI - RECOMENDACIONES

- 1- Se recomienda mantener el almacenamiento en condiciones apropiadas de temperatura ya que esta ayuda a que la papa conserve su calidad manteniéndose firme, sin marchitarse, sin sufrir pérdida de peso, ni brotación y mantener adecuado su porcentaje de azúcar, almidón y humedad.
- 2- Al cosechar papa en un período en que los precios están bajos en el mercado recomendamos a los agricultores almacenarla durante cierto tiempo (5 a 6 meses), en un lugar adecuado que tenga una temperatura de 15 a 20 grados centígrados, que las ventanas del local estén provistas de una malla metálica fina para evitar la entrada de insectos y roedores y permitir una buena ventilación; que no les pase luz directamente porque de lo contrario las papas tienden a tomar una coloración verduzca, perdiendo su color original y así al vender este producto haya conservado su calidad para poderla vender a mejor precio, obteniéndose mejores ganancias y para un buen almacenamiento se recomienda que se cumpla con las condiciones: Local, humedad, temperatura y ventilación adecuada.
- 3- Si usted decide almacenar su cosecha de papa, busque un lugar fresco que tenga una temperatura no mayor de 15 grados para que ésta se conserve.
- 4- Antes de almacenar la papa se recomienda en el momento de la cosecha aplicar el insecticida en líquido de baja toxicidad como es el permetrina luego se almacena.

- 5- No es recomendable almacenar la papa a granel o en sacos por más de 30 días, porque se producen pudriciones. Lo adecuado para almacenar papas es en cajas de madera con una capacidad aproximada de 100 libras; para colocar las cajas se recomienda utilizar tarimas de madera para evitar que quede en contacto directo con el piso ni pegado a la pared, logrando así una mejor ventilación.
- 6- Según los resultados obtenidos en este estudio, sobre el almacenamiento de la papa; recomendamos que se puede almacenar durante cierto tiempo (5-6 meses) y esta tiende a conservar sus propias características para poderla consumir.
- 7- Para efectuar el análisis del almidón de papa (Solanum tuberosum) se recomienda recién cortadas, por medio del método oficial dado por la A.O.A.C. ya que si se hace un mes después; las papas ya no contienen almidón, lo cual se comprobó con los resultados obtenidos en el laboratorio.
- 8- Dos semanas antes de la cosecha recomendamos cortar o eliminar el follaje, cuando las plantas hayan alcanzado su punto de madurez adecuado, con el objeto de que las papas formen una cáscara o piel resistente al manipuleo. Esta operación puede realizarse con machete o con un producto químico desecante, para este último caso aplique un litro de Gramoxone ó 30 libras de urea disuelta en 200 litros de agua, en forma de aspersión al follaje.
- 9- Antes de almacenar la papa, recomendamos esperar de 4 a 6 horas para que la acción de la luz solar la seque y permita almacenarlas con poca tierra adherida a la piel.

10 - Durante la cosecha, recomendamos seleccionar adecuadamente la papa de algunas que pueden estar dañadas, además evitar o tirarlas o golpearlas. El excesivo manipuleo propicia lesiones que posteriormente ocasionan pudriciones.

XII - CITAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 - Abstracts on Tropical Agriculture. Volumen 3, Number 7
Abstracts 15192-15605. July 1977. 96 p.
- 2 - Abstracts on Tropical Agriculture. Volumen 6, Number 4
Abstracts 29627-30083. Abril 1980. 87 p.
- 3 - Abstracts on Tropical Agriculture. Volumen 7, Number 6.
Abstracts 36173-36653. June 1981. 130 p.
- 4 - Abstracts on Tropical Agriculture. Volumen 7, Number 9
Abstracts 37616-38115. September 1981. 108 p.
- 5 - Abstracts on Tropical Agriculture, Volumen 9, Number 2.
Abstracts 44949-45379. February 1983. 117 p.
- 6 - Abstracts on Tropical Agriculture, Volumen 9, Number 4.
Abstracts 45810-46235. Abril 1983. 99 p.
- 7 - Almacenamiento de papa en Silos- Semi-Subterráneos. Instituto de
Investigaciones Tecnológicas. Bogotá, D.E Colombia, S.A. 9,10 p.
- 8 - Asociación of official Analytical Chemists. "Official Methods
of the Association official Analytical Chemists". Ed. 14 A.O.A.C.
USA 1984.
- 9 - El cultivo de la papa en las Sierras de México. Instituto Nacio-
nal de Investigaciones Agrícolas, SAG. Centro de Investigaciones
Básicas. Circular CIB. Número 14. México. Dic. 1967
6,7,8,9,10 p.
- 10 - Cortéz M.R, El cultivo de la papa en El Salvador. San Andrés,

- La Libertad, El Salvador, CENTA. División de Investigaciones Agrícolas. Boletín Divulgativo N 34. 1986. 4 p.
- 11 - Devlin R. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega S. A. Casanova, 220 Barcelona 1980. 69, 121 p.
- 12 - El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Economía Agropecuaria. Anuario de Estadísticas Agropecuarias. San Salvador, MAG.50-54 p.
- 13 - Horticultura Abstracts. Volumen XVIII. 1984. 69 p.
- 14 - Informe Anual CIP. Centro Internacional de la Papa. Apartado 5969, Lima, Perú 1985. 56.59 p.
- 15 - Informe Técnico del Proyecto de Papa. Tomo I Programa Regional Cooperativa de papa PRECODEPA, Guatemala, febrero, 1985, 1986. 34,37 41 p.
- 16 - Miranda O. y del Valle. Recomendaciones Agronómicas para el Cultivo de papa en Chimaltenango. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola ICTA. Sector Público Agropecuario y de Alimentación. Guatemala, C. A. Agosto 1983. Folleto Técnico 24,5,13, 17,20,21,31,38,41,42 p.
- 17 - Montaldo A. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica 1984. 39,97,99,105,110,122,123,124,188,189,190,197,199,200 201,241,527,528,531 p.
- 18 - Nicolás A. Fisiología Vegetal Campaña Editorial Continental A.A. San Luis Potosí Número 10 México D.F. 40,41 p.
- 19 - Recomendaciones Generales Sobre Almacenamiento de papa. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. Sector Público Agrícola.

Sector Público Agropecuario y de Alimentación. Guatemala C. A.,
Folleto Técnico 26. Octubre 1983. 3,4,5,6,9,11,13 p.

20- Román M. Estudio Agro-Socioeconómico del Cultivo de la papa en
El Salvador CENTA. PRECODEPA, Marzo 1985. 11,12 p, 13,14,15 p.

21- Tecnología del Cultivo de la papa. Memorias primer Curso Nacio-
nal. La Esperanza Intibucá. Dic. 1-4 1980.

XII - ANEXOS

CUADRO I

Determinación de Almidón desde la cosecha hasta seis meses después.

e

SITIO	TIEMPO	REPETICIONES %		
		GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
LAS	0	12.56	12.24	12.38
PILAS	1	1.37	1.37	1.37
	2	1.19	1.19	1.19
	3	1.07	1.07	1.07
	4	0.99	0.99	0.99
	5	0.97	0.97	0.97
	6	0.96	0.96	0.96

CUADRO II

Determinación de Azúcares Reductores desde la cosecha hasta seis meses después.

SITIO	TIEMPO (MES)	REPETICIONES %		
		GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
LAS	0	0.00	0.00	0.00
PILAS	1	0.04	0.07	0.05
	2	0.08	0.08	0.08
	3	0.11	0.09	0.09
	4	0.16	0.12	0.16
	5	0.18	0.18	0.18
	6	0.27	0.24	0.24

CUADRO III

Determinación de Húmedad desde la cosecha hasta seis meses después

SITIO	TIEMPO(MES)	REPETICIONES %		
		GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
TAS	0	64.95	64.92	64.95
PJJ S	1	50.06	50.06	50.08
	2	23.50	23.49	23.47
	3	21.84	21.31	21.16
	4	20.33	20.37	20.32
	5	17.26	17.22	17.24
	6	14.67	14.70	14.68

77

DATOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA PARA LA DETERMINACION DE ALMIDON

Tiempo	GRUPO I PAPA ALMACENADA				GRUPO II PAPA ALMACENADA				GRUPO III PAPA ALMACENADA			
	N	G	B	Valoracion Muestra Na ₂ S ₂ O ₃	N	G	B	Valoracion Muestra mls. Na ₂ S ₂ O ₃	N	G	B	Valoracion Muestra mls. Na ₂ S ₂ O ₃
0	0011	0139	08	10 5.8 102	0011	0138	08	99 98	0011	0138	08	99 98
1	0012	0141	09	00 0	0012	0141	09	00 00	0012	0141	09	00 00
2	0012	0138	08	00 0	0012	0138	08	00 00	0012	0138	08	00 00
3	0011	0136	08	00 0	0011	0136	08	00 00	0011	0136	08	00 00
4	0012	0131	07	00 0	0012	0131	07	00 00	0012	0131	07	00 00
5	0012	0129	07	00 0	0012	0129	07	00 00	0012	0129	07	00 00
6	0012	0127	07	00 0	0012	0127	07	00 00	0012	0127	07	00 00

N = Normalidad actual de la solución de tiosulfato de sodio. G = mg de glucosa equivalente a 1 ml
 B = Blanco 0.005 N de tiosulfato de sodio.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA PARA LA DETERMINACION DE ALMIDON

TIEMPO (MES)	MEDIA DEL PORCENTAJE DE ALMIDON X %			GRUPO III Papa al- macenada	\bar{X} %
	GRUPO I Papa almacenada	GRUPO II Papa almacenada	GRUPO III Papa al- macenada		
0	12.55	12.24	12.38	12.59	
1	1.37	1.37	1.37	1.37	
2	1.19	1.19	1.19	1.19	
3	1.07	1.07	1.07	1.07	
4	0.99	0.99	0.99	0.99	
5	0.97	0.97	0.97	0.97	
6	0.96	0.96	0.96	0.96	

DATOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA, PARA LA DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES

	GRUPO I		Valoración Sxhlet	GRUPO II		Valoración Sxhlet	GRUPO III		Valoración Sxhlet
	Valoración Muestra (-ls.)			Valoración Muestra (mls.)			Valoración Muestra		
0	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40
1	22.65	22.54	22.66	22.65	22.55	22.63	22.64	22.65	22.66
2	22.36	22.34	22.33	22.36	22.34	22.33	22.36	22.34	22.33
3	22.52	22.52	22.55	22.52	22.50	22.55	22.52	22.54	22.55
4	22.19	22.20	22.24	22.20	22.19	22.24	22.20	22.18	22.24
5	22.05	22.03	22.14	22.03	22.10	22.14	22.10	22.08	22.14
6	21.70	21.94	22.00	21.94	21.90	22.00	21.92	21.90	22.00

RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA PARA LA DETERMINACION DE LOS AZUCARES REDUCTORES.

(MES)	MEDIA DEL PORCENTAJE DE AZUCARES REDUCTORES (X %)			\bar{X} (%)
	GRUPO I de Papa almacenada	GRUPO II DE Papa almacenada	GRUPO III de papa almacenada	
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.04	0.07	0.05	0.05
2	0.03	0.03	0.03	0.03
3	0.11	0.09	0.09	0.09
4	0.15	0.12	0.16	0.14
5	0.18	0.12	0.18	0.18
6	0.27	0.24	0.24	0.25

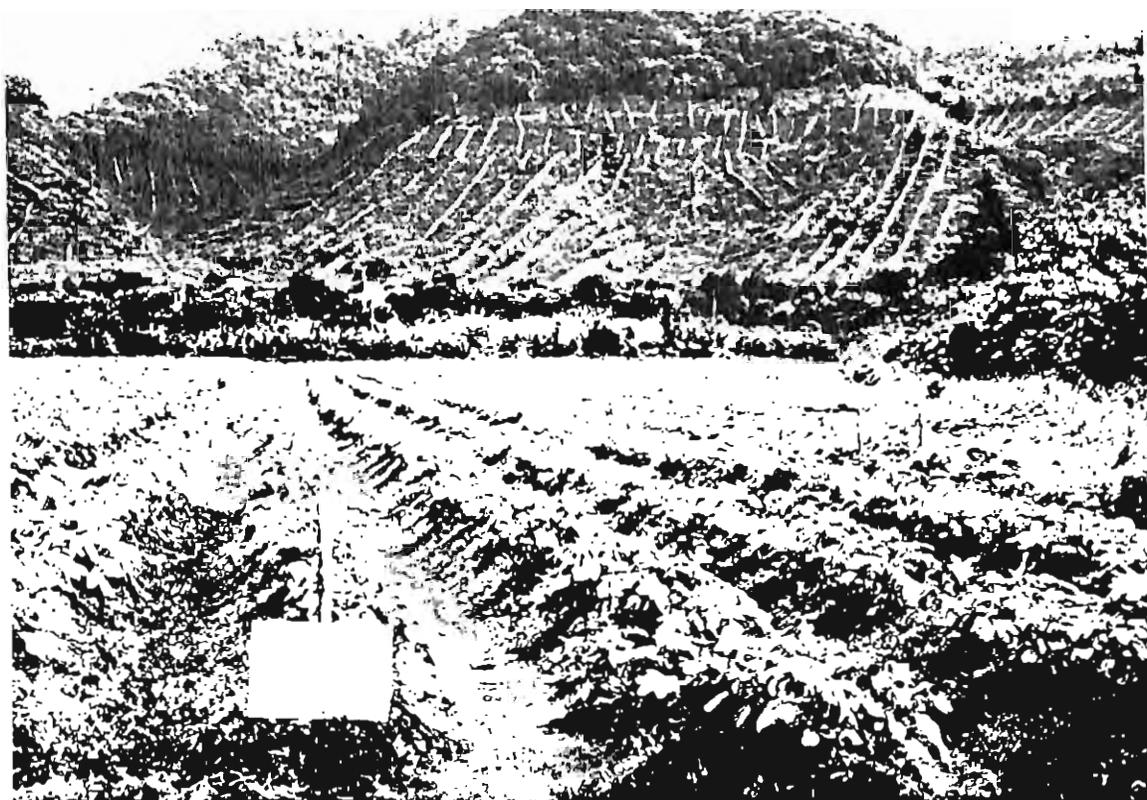
DATOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA PARA LA DETERMINACION DE HUMEDAD

Tiempo mes	GRUPO I						GRUPO II						GRUPO III							
	W ₁		W ₂		W ₁		W ₂		W ₁		W ₂		W ₁		W ₂		W ₁		W ₂	
	W ₁	W ₂																		
0	2	0.7008	2	0.7009	2	0.7007	2	0.7012	2	0.7012	2	0.7016	2	0.7018	2	0.7009	2	0.7007	2	0.7008
1	2	0.999	2	0.9983	2	0.9986	2	0.9983	2	0.9983	2	0.9985	2	0.9987	2	0.9982	2	0.9984	2	0.9985
2	2	1.5308	2	1.5296	2	1.5297	2	1.3310	2	1.3310	2	1.5295	2	1.5296	2	1.5308	2	1.5305	2	1.5305
3	2	1.5630	2	1.5631	2	1.5631	2	1.5692	2	1.5692	2	1.5742	2	1.5765	2	1.5771	2	1.5765	2	1.5765
4	2	1.5934	2	1.5933	2	1.5930	2	1.5928	2	1.5928	2	1.5925	2	1.5922	2	1.5932	2	1.5936	2	1.5939
5	2	1.6550	2	1.6546	2	1.6548	2	1.6552	2	1.6552	2	1.6555	2	1.6559	2	1.6547	2	1.6549	2	1.6549
6	2	1.7069	2	1.7064	2	1.7061	2	1.7059	2	1.7059	2	1.7055	2	1.7064	2	1.7060	2	1.7061	2	1.7065

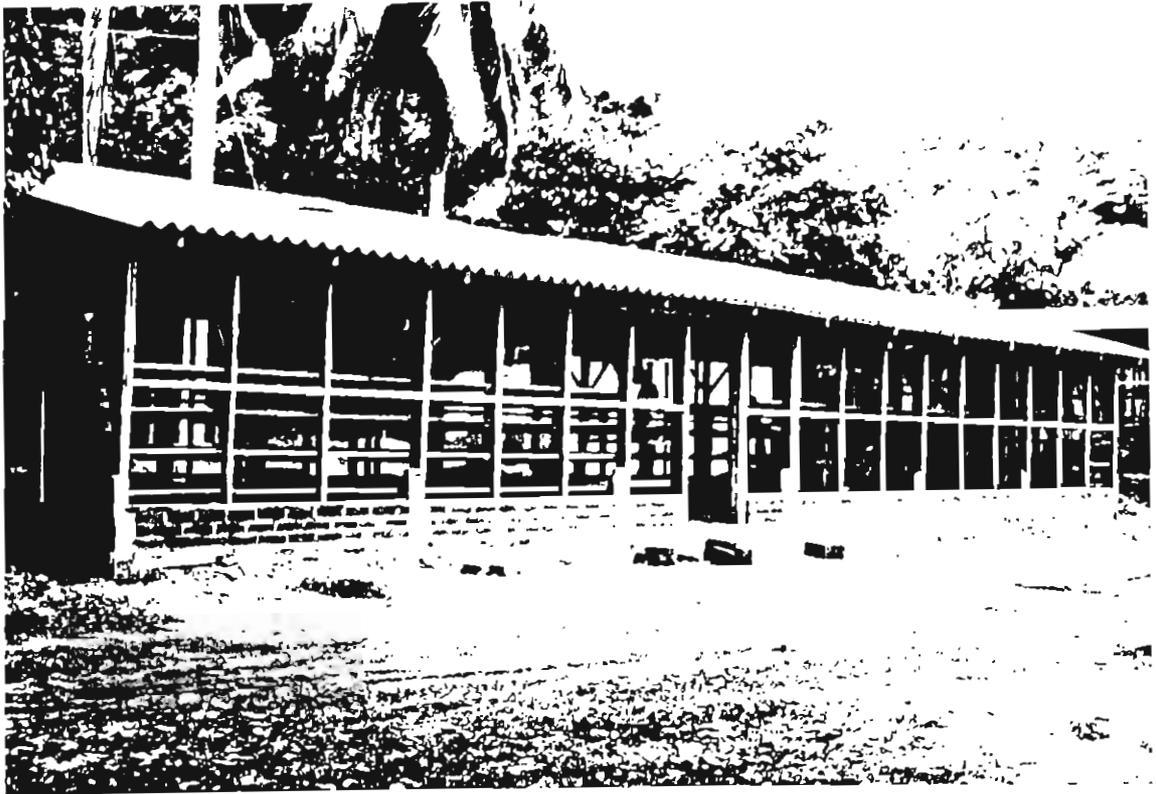
W₁ = Peso inicial; W₂ = Peso final

RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA PAPA, PARA LA DETERMINACION DE HUMEDAD

CATEGORIA (MES)	MEDIA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD (X %)			GRUPO III DE Papa almacenada	X %
	GRUPO I DE Papa alma- cenada	GRUPO II DE Papa almace- nada	GRUPO III DE Papa almacenada		
0	64.95	64.92	64.95	64.94	
1	50.06	50.06	50.03	50.05	
2	23.50	23.49	23.47	23.43	
3	21.84	21.33	21.16	21.44	
4	20.37	20.37	20.32	20.34	
5	17.06	17.22	17.24	17.24	
6	14.67	14.70	14.63	14.63	



Plantacion de Papa. Variedad Atzimba.

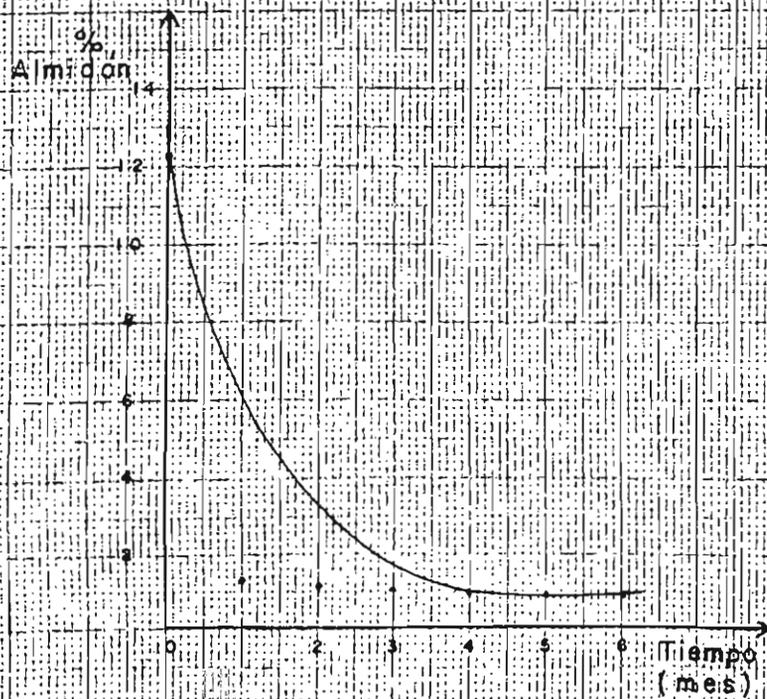


Cabaña Adecuada para Almacenamiento de Papa.



Papa Almacenada en Tarimas de Madera. Variedad Atzimba.

GRABICO DE LA VARIACION DEL PORCENTAJE
DE ALMIDON CON EL TIEMPO

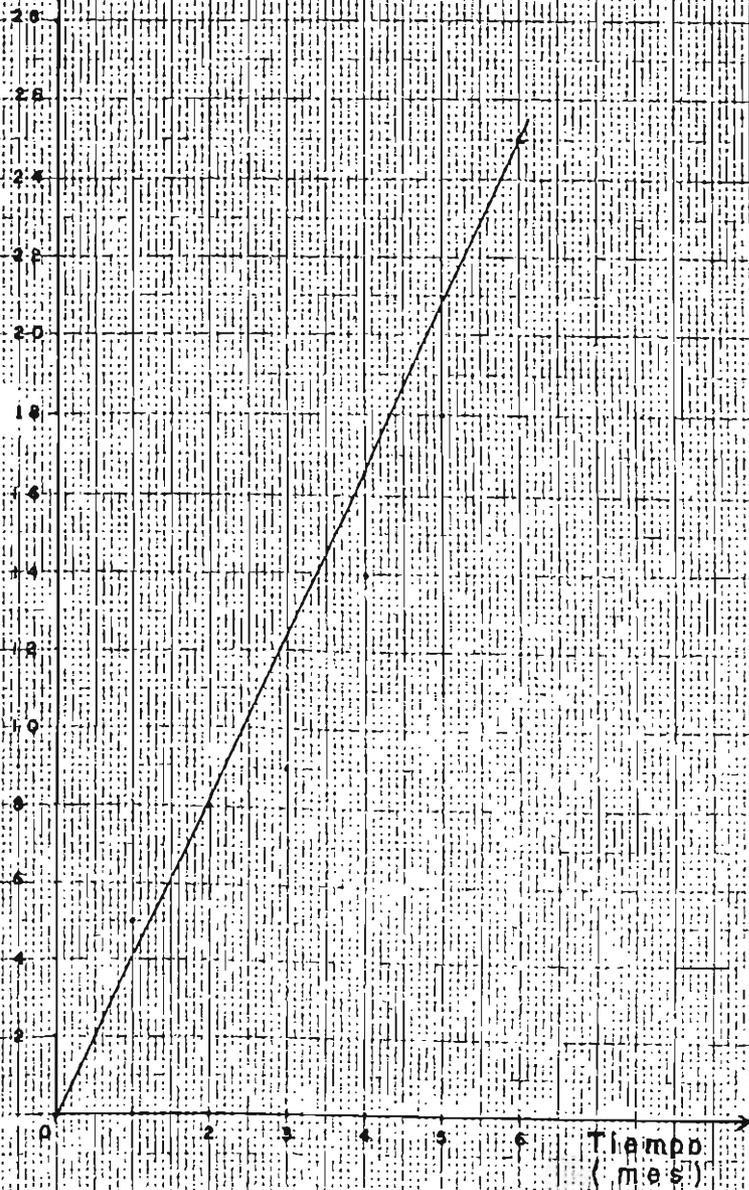


Tiempo (mes)	\bar{x}
0	12.39
1	9.37
2	8.9
3	8.97
4	8.99
5	8.97
6	8.96

GRAFICO DE LA VARIACION DEL PORCENTAJE DE
AZUCARES REDUCTORES CON EL TIEMPO

% Azúcares
Reductores

10^{-1}

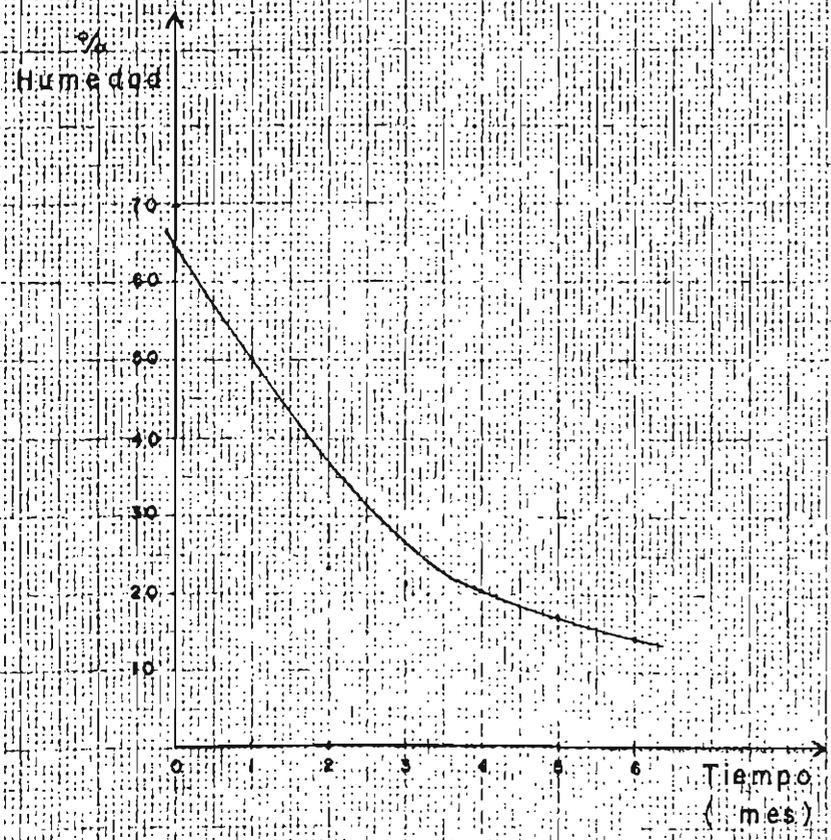


Tiempo
(mes)

\bar{X}

0	$0.00 = 0.00 \times 10^{-2}$
1	$0.05 = 5.0 \times 10^{-2}$
2	$0.08 = 8.0 \times 10^{-2}$
3	$0.09 = 9.0 \times 10^{-2}$
4	$0.14 = 14.0 \times 10^{-2}$
5	$0.18 = 18.0 \times 10^{-2}$
6	$0.25 = 25.0 \times 10^{-2}$

GRAFICO DE LA VARIACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD CON EL TIEMPO



Tiempo (mes)	X
0	64.94
1	50.06
2	23.48
3	21.44
4	20.34
5	17.24
6	4.68