

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON
ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.**

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE UN INHIBIDOR DE BROTAÇÃO DE
TUBÉRCULOS EN ALMACENAMIENTO, DE TRES VARIEDADES DE
PAPA (*Solanum tuberosum L.*), PARA CONSUMO HUMANO, EN
CONDICIONES DE BODEGA RÚSTICA, EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGRÍCOLAS, QUETZALTENANGO.**

**TESIS
PRESENTADA A LAS AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO
DE SAN MARCOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA.**

**POR:
RONAL WALDEMAR LÓPEZ MÉNDEZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO CON
ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE EN EL GRADO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

	ASESORES
PRINCIPAL:	Ing. Agr. Osman Cifuentes
ADJUNTO:	Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez

***"ID Y ENSEÑAD A TODOS"*
SAN MARCOS, NOVIEMBRE DE 2014**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS –CUSAM-



CONSEJO DIRECTIVO

DIRECTORA	Licda. Eugenia Elizabet Makepeace Alfaro
REPRESENTANTE DOCENTE	Ing. Aldo Mario René Tobar Gramajo
REPRESENTANTE DOCENTE	Lic. Germán Neptalí Castañón Orozco
REPRESENTANTE GRADUADO	Lic. Mario Roberto Chang Bravo
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	Br. Rafael Antulio Mérida Rodríguez
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	Br. Reina Barrios Solano



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC–

CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS –CUSAM–

COORDINACION ACADEMICA

COORDINADOR ACADEMICO

Lic. Edwin René del Valle López

COORDINADORA CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.

Licda. María de Lourdes Carrera Munguía

COORDINADOR CARRERA DE PEDAGOGÍA Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Lic. Francisco Leonardo Hernández Castillo

COORDINADOR CARRERA DE TRABAJO SOCIAL

Lic. Jesús Isabel Méndez Juárez

COORDINADOR CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Lic. Robert Enrique Orozco Sánchez

COORDINADOR CARRERA ABOGADO Y NOTARIO Y LICENCIATURA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

Lic. Hugo Alfredo Bautista del Cid

COORDINADOR CARRERA DE MEDICINA

Dr. Jorge Gutiérrez Hazbun

COORDINADOR AREA DE EXTENSIÓN

Lic. Byron Lionel Orozco García

COORDINADOR INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Rubén Francisco Ruíz Mazariegos

ENCARGADO EXTENSION SAN MARCOS

Lic. Juan Carlos López Navarro

ENCARGADO EXTENSION TACANA

Lic. Lizandro de León

ENCARGADO DE EXTENSIÓN MALACATAN

Ing. Edgar Ronaldo de León Cáceres

ENCARGADO DE EXTENSIÓN TEJUTLA

Lic. Víctor Hugo Orozco Godínez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS –CUSAM-



COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

COORDINADOR **Ing. Agr. Aldo Mario Tobar Gramajo**

SECRETARIO **Ing. Agr. Nehemías Juan Rivera**

VOCAL **Ing. Agr. Leonel Alfredo Orozco**

ASESORES

PRINCIPAL: **Ing. Agr. Osman Cifuentes**

ADJUNTO: **Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS –CUSAM-



TRIBUNAL EXAMINADOR

DIRECTORA

Licda. Eugenia Elizabeth Makepeace Alfaro

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Edwin René del Valle López

**COORDINADORA CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E
INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

Licda. María de Lourdes Carrera Munguía

ASESOR PRINCIPAL

Ing. Agr. Osman Cifuentes

ASESOR ADJUNTO

Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS** Ser supremo; fuente de sabiduría y conocimientos, para él sea la honra y la gloria de mi triunfo.
- A MIS PADRES** Amelia Audelina Méndez, Urbano Timoteo López.
Por su apoyo y sacrificios durante mi etapa estudiantil y mi triunfo permita honrarlos hoy y siempre.
- A MIS HIJOS** Catherine Gabriela y Ronal Enmanuel
Por su presencia incondicional en mi vida; ya que fueron la motivación para culminar satisfactoriamente mi éxito.
- A MIS HERMANOS** Por ser personas especiales que me han apoyado incondicionalmente en momentos difíciles.
- A MIS ABUELOS** Por los consejos y enseñanzas compartidas.
- A MIS AMIGOS** Por brindarme su amistad y compartir una época de mi vida estudiantil.

A la carrera de Agronomía, profesores y Centro Universitario de San Marcos, pilares en mi formación académica.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios.** Por darme fuerzas y la paciencia necesaria para llegar al final de mi carrera.
- A mis padres.** Por su ejemplo de vida, gracias por su apoyo incondicional en todo.
- A mis hermanos.** Por su amor y confianza.
- A mis abuelos:** Muchas bendiciones y Dios los guarde donde quiera que estén.
- A mis asesores.** Ing. Agr. Osman Cifuentes.
Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Velásquez.
Por su orientación y apoyo invaluable en todo el proceso del trabajo de graduación, brindando sus conocimientos, atención y respaldo.
- A docentes de la Carrera de Agronomía** Por la enseñanza que me han brindado en el transcurso de mi formación.
- A compañeros de la Carrera de Agronomía** Por su apoyo y amistad con agradecimiento y respeto.
- A las Instituciones USAC-CUSAM e ICTA.** Por la formación brindada y el apoyo técnico en la construcción del conocimiento.
- A mis Amigos.** Por su ayuda e impulso a seguir adelante.

NOTA: Los siguientes datos fueron recabados mediante la utilización de los recursos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- por lo que la publicación parcial o total de los mismos únicamente puede hacerse con previa autorización de dicha institución.

ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO	No. Pág.
Título.....	1
Resumen.....	2
Introducción.....	4
Planteamiento del problema.....	5
Justificación.....	6
Marco teórico.....	7
5.1. Marco teórico conceptual.....	7
5.1.1. Almacenaje de papa.....	7
5.1.2. Factores del cultivo que afectan la calidad del almacenamiento.....	8
5.1.3. Efecto de la cosecha sobre el almacenamiento.....	9
5.1.4. Cambios que ocurren en las papas durante el almacenamiento.....	10
5.1.5. Humedad.....	13
5.1.6. Ventilación.....	14
5.2.7. Condiciones físicas del almacenamiento.....	15
5.1.8. Las papas almacenadas atraviesan por tres períodos importantes.....	17
5.1.9. Causas de la pérdida de peso.....	17
5.1.10. Inhibidores de brotación.....	19
5.1.11. Bodega rústica.....	22
5.1.12. Información sobre producción, comercialización de la papa.....	24
5.1.13. Descripción de los materiales trabajados.....	25
5.1.14. Marco teórico referencial.....	26
Ubicación y características del área experimental.....	26
Estudios relacionados a la investigación.....	26
Objetivos.....	34
Hipótesis.....	35
Materiales y métodos.....	36
8.1. Materiales.....	36
8.1.1. Recursos.....	36
8.2. Métodos.....	37
8.2.1. Diseño experimental.....	38
8.2.2. Distribución de los tratamientos.....	39
8.3. Variables respuesta.....	39
8.4. Metodología.....	40
Presentación y discusión de resultados.....	42
9.1 Deshidratación.....	42

9.2 Tiempo de brotación.....	43
9.2.1. Porcentaje de brotación semana 11.....	43
9.2.1.1. Brotación hasta la semana 13.....	44
9.2.2. Peso de brotes en gramos.....	45
9.2.3. Cantidad de brotes	47
9.2.4. Longitud media de brotes.....	49
9.3. Enfermedades.....	51
9.4. Pruebas de palatabilidad.....	51
9.4.1. Primer mes.....	51
9.4.2. Segundo mes.....	52
9.4.3. Tercer mes.....	53
9.4.4. Cuarto mes.....	53
9.5. Análisis económico.	54
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
Bibliografía.....	59
Anexos.....	61

ÍNDICE DE CUADROS.

No. Cuadro	CONTENIDO	No. Pág.
1	Límites máximos de residuos para Hidrazida Maleica	22
2	Descripción de los factores estudiados	38
3	Distribución de los tratamientos y repeticiones.	39
4	Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.	42
5	Análisis de varianza del porcentaje brotación de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación hasta la Semana 11 de almacenamiento.	43
6	Análisis de varianza del porcentaje brotación de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación hasta la Semana 13 de almacenamiento.	44
7	Análisis de varianza del peso de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.	45
8	Análisis de varianza de la cantidad de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.	47
9	Análisis de varianza de la longitud media de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.	49
10	Componente de calificación para definir la palatabilidad durante el almacenamiento.	51
11	Componente de precios registrados durante los cuatro meses de la investigación.	54
12	Componente de costo de almacenamiento de 100 quintales de papa en almacenamiento por cuatro meses.	55
13	Componente de datos para determinar la rentabilidad del producto almacenado.	55

ÍNDICE DE FIGURAS:

No. Figura	CONTENIDO	No. Pag.
1	Épocas de producción.	24
2	Modelo de la bodega a utilizar, a) Vista externa, b) vista interna, c) vista lateral.	40
3	Comparación de medias que muestra el factor variedades en la pérdida de peso.	42
4	Comparación de medias para el factor variedades que muestra el porcentaje de brotación hasta la semana 11.	43
5	Comparación de medias del factor dosis determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.	44
6	Comparación de medias para el factor variedades que muestra el porcentaje de brotación hasta la semana 13.	45
7	Comparación de medias para el factor variedades que muestra el peso de brotes.	46
8	Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por el peso de brotes.	46
9	Comparación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en el peso de brotes.	47
10	Comparación de medias para el factor variedades que muestra la cantidad de brotes.	48
11	Comparación de medias del factor dosis determinada por la cantidad de brotes.	48
12	Comparación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la cantidad producida de brotes.	49
13	Comparación de medias del factor dosis determinada por la longitud media de brotes.	50
14	Comparación de medias en la interacción, variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la longitud de brotes.	50
14	Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el primer mes de investigación.	51
15	Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el segundo mes de investigación.	52
16	Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el tercer mes de investigación.	53
17	Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el cuarto mes de investigación.	53
18	Comportamiento de precios de papa de variedad Loman durante la investigación.	54
19	Comparación de rentabilidad del producto después de cuatro meses en almacenamiento.	56

CUADROS DEL ANEXO.

No. Cuadro	CONTENIDO.	No. Pág.
1	Boleta de recolección de datos para la investigación.	61
2	Boleta de pruebas de palatabilidad utilizada en la investigación.	62
3	Boleta utilizada en la investigación y registros de condiciones de temperatura, humedad y precios de la papa.	62
4	Registros de humedad, temperatura y precios durante la investigación.	63
5	Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición I)	65
6	Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición II)	65
7	Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición III)	66
8	Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición IV)	66
9	Componente de datos de porcentaje de pérdida de peso total de los tratamientos de la investigación	67
10	Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de pérdida de peso.	67
11	Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición I)	67
12	Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición II)	68
13	Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición III).	68
14	Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición IV).	68
15	Componente de datos de porcentajes brotación total de los tratamientos de la investigación.	69
16	Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.	69
17	Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.	69
18	Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 13.	70
19	Componente de datos en peso de brotes en gramos de los tratamientos estudiados.	70
20	Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada por el peso de brotes.	70
21	Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por el peso de brotes.	71

22	Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en el peso de brotes.	71
23	Componente de datos registrados en la cantidad de brotes de los tratamientos estudiados.	71
24	Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada por la cantidad de brotes.	72
25	Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por la cantidad de brotes.	72
26	Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la cantidad producida de brotes.	72
27	Componente de datos registrados en la medición de brotes en milímetros de los tratamientos estudiados.	73
28	Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por la longitud media de brotes.	73
29	Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación definida en la longitud media de brotes.	73
30	Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del primer mes de almacenamiento de los tubérculos.	74
31	Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del segundo mes de almacenamiento de los tubérculos.	74
32	Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del tercer mes de almacenamiento de los tubérculos.	75
33	Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del cuarto mes de almacenamiento de los tubérculos.	75
34	Componente de costo de producción de papa por 0.0436 Ha. (una cuerda), en época de invierno.	76
35	Componente de ingresos por 0.0436 Ha. (una cuerda), de papa cosechada en época de invierno (saturación en el mercado).	76

FIGURAS DEL ANEXO.

No Figura	CONTENIDO	No. Pág.
1	Cosecha y clasificación de tubérculos.	77
2	Preparación de tubérculos para colocarlos en las unidades experimentales.	77
3	Tubérculos en el primer mes de almacenamiento.	78
4	Preparación e identificación de tubérculos para la prueba de palatabilidad.	78
5	Monitoreo de brotación de los tratamientos.	79
6	Conteo de tubérculos brotados.	79

I. TITULO.

Efecto de tres dosis de un inhibidor de brotación de tubérculos en almacenamiento, de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), para consumo humano, en condiciones de bodega rústica, en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Quetzaltenango.

RESUMEN

La papa en Guatemala representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental. El objetivo de este trabajo fué evaluar el efecto de las aplicaciones de un inhibidor de la brotación (hidrazida maleica), sobre el almacenamiento de papa para consumo humano.

Las aplicaciones de hidracida maleica (sal potásica), en sus diferentes dosis evaluadas se realizaron con una bomba de mochila cuatro semanas antes de finalizar el ciclo del cultivo.

La investigación permitió evaluar el comportamiento y reacción de los tubérculos almacenados de tres variedades con diferentes dosis del inhibidor de brotación lo que ayuda a obtener los primeros resultados exploratorios sobre el uso del inhibidor.

Se utilizó un diseño Bifactorial completamente al azar con un arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones, utilizando pruebas estadísticas como: Análisis de varianza, comparación de medias a través de Tukey al 0.05 y correlaciones.

Se concluye que la mejor calidad de tubérculos para almacenamiento se obtiene con el uso de las variedades Solóman y Lóman con una interacción positiva entre las dosis más altas de inhibidor de brotación, así mismo se demuestra que los resultados obtenidos de pérdida de peso, numero de brotes, longitud de brotes y cantidad de brotes determinan que la variedad Solóman es la mejor.

SUMMARY

The potato in Guatemala represents to a large majority of farmers part of their staple diet, especially in the western highlands. The aim of this study was to evaluate the effect of the application of a sprouting inhibitor (maleic hydrazide) on the storage of potatoes for human consumption.

The applications of maleic hydrazide (potassium salt), evaluated at different doses were performed with a knapsack four weeks before the end of the crop cycle.

The investigation to evaluate the behavior and reaction of stored tubers of three varieties with different doses sprouting inhibitor which helps get the first exploratory results on the use of the inhibitor.

One Bifactorial design was a completely randomized split plot arrangement with four replications, using statistical tests such as analysis of variance and comparison of means by Tukey 0.05 and correlations.

It is concluded that the best quality of tubers for storage is obtained with the use of Soloman and Loman varieties with a positive interaction between the highest dose of inhibitor of sprouting, also shows that the results of weight loss, number of shoots, shoot length and number of sprouts Soloman determined that is the best choice.

II. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la papa en Guatemala ha adquirido gran relevancia en los últimos años porque genera empleo, especialmente para las familias rurales que se dedican a su producción, dinamiza la economía local, constituye un elemento importante de la seguridad alimentaria y nutricional. Se produce principalmente en las regiones de los altiplanos del País, tales como Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos, Sololá, Guatemala y Jalapa, en el altiplano marquense es una de principales actividades agrícolas y económicas (8).

La papa en Guatemala representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación y una familia de seis miembros consume aproximadamente 6 kilogramos diariamente; por ello es necesario hacer mención de sus cualidades nutritivas. (5).

Se marca dentro de este cultivo una alta cantidad en la producción durante cierta época del año, lo que provoca la baja en los precios y en consecuencia la baja rentabilidad, lo que incentiva a realizar trabajos de investigación con la utilización de medios y técnicas que ayuden al tubérculo para su conservación tanto para consumo como para comercialización.

Con la investigación se alcanzó información sobre la tolerancia de los tubérculos de papa para el almacenamiento prolongado en condiciones rústicas, la manutención de su calidad, alargue del tiempo de brotación y su condición libre de plagas y enfermedades.

El diseño experimental utilizado fué un completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas en una bodega con área de 12 m² en total, ubicando dentro de ella 4 repeticiones en las que se evaluaron tres variedades mejoradas, y tres dosis de inhibidor de brotación y un testigo.

La investigación se realizó en la estación experimental Labor Ovalle ICTA, Quetzaltenango, la que tuvo una duración de 7 meses calendario.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las diferentes condiciones de clima y suelo del altiplano Marquense permiten la siembra de papa, en casi todos los meses del año. El mayor volumen de cosecha se registra de julio a noviembre el cual se aprovecha la época lluviosa y se provoca una saturación del mercado, lo que incide en un menor índice de precios, afectando con esto la rentabilidad del cultivo, siendo este el problema fundamental a disminuir en el almacenamiento, mientras que durante el período de diciembre a julio, se muestran los máximos índices de precios. (9).

La problemática de la estacionalidad en la producción de papa marcada claramente en los meses de julio a noviembre de cada año, plantea frecuentemente dificultades de comercialización y bajos precios según registros del MAGA 2005 hasta el 2,011 se refleja notoriamente la disminución en los precios, pese a ello es clara la carencia de instalaciones para almacenamiento de la producción y cuando éste se efectúa se hace en una forma carente de toda técnica (8).

Los agricultores más afectados tanto por los bajos precios provocados por la estacionalidad de la producción son los pequeños productores ubicados en áreas vulnerables a la inseguridad alimentaria y difícil acceso al desarrollo económico.

Parte de las áreas afectadas en el departamento de San Marcos, son los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez y San Marcos principalmente en las comunidades ubicadas en las partes altas, los municipios de San Lorenzo, Rio Blanco, Tejutla, Ixchiguan y Tajumulco en su mayoría, ya que aprovechan la época lluviosa para la producción de papa y además necesitan mejorar su técnica y experiencia en almacenamiento de los tubérculos para la manutención de las características para su autoconsumo y para comercialización..

Por lo que se planteó la Siguiete Pregunta de Investigación ¿Los bajos precios de la papa en la época de saturación (julio a noviembre), se pueden mejorar adoptando técnicas de almacenamiento de tubérculos para satisfacer las necesidades de consumo familiar?

IV. JUSTIFICACIÓN:

Las pérdidas en el almacenaje se deben a pudriciones por mala selección de los tubérculos antes de guardarlos a temperaturas elevadas, exceso de humedad a la cosecha, barro y a la deficiente aireación durante su almacenaje; además existe baja en su peso por pérdidas de agua y por el alto porcentaje de brotación de los tubérculos. Ello indica una mínima preocupación por parte de los productores de papa para hacer un buen almacenaje. (14).

La presente investigación generó información sobre el efecto que causan tres dosis de inhibidor de brotación en el proceso y tiempo de almacenamiento de tubérculos de tres variedades de papa, en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Quetzaltenango, definido como única localidad por ser el primer estudio de carácter exploratorio sobre el tema.

La papa destinada a la industria requiere ser almacenada por clima y tiempo de procesamiento. Igualmente debido a factores de índole económica como la oferta – demanda - precio, determinan esta necesidad de almacenar parte de las producciones. (14)

La falta de experiencia e información en el país sobre el tema comprueba la importancia de la investigación denominada: **EFFECTO DE TRES DÓISIS DE UN INHIBIDOR DE BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS EN ALMACENAMIENTO, DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PARA CONSUMO HUMANO, EN CONDICIONES DE BODEGA RÚSTICA, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS, QUETZALTENANGO**, ya que se contribuyó a generar información, para prolongar el tiempo de vida de almacenamiento de los tubérculos de papa, ya sean estos con fines de consumo familiar y comercialmente para mejorar la rentabilidad del cultivo en épocas de mayor oferta, así también se estará determinando la viabilidad económica del almacenamiento y uso de inhibidores de brotación.

V. MARCO TEÓRICO.

5.1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

5.1.1. ALMACENAJE DE PAPA

La papa inicia su proceso natural de envejecimiento inmediatamente realizada la cosecha. El almacenaje se utiliza para posponer al máximo este proceso, preservando la calidad del producto. Los tubérculos son un órgano vegetal vivo, que respira transformando los carbohidratos (almidón) en anhídrido carbónico, agua y calor. Mientras más alta es la temperatura de las papas mayor es la pérdida de almidón y más rápidamente envejecen. Se estima que las pérdidas de almidón representan el 10% de la pérdida total de peso, terminado el proceso de almacenaje. (14).

Además durante el almacenaje los tubérculos pierden agua, lo que representa el otro 90% de las pérdidas. De igual forma, finalizando el almacenaje y después de un período de latencia, las papas brotan experimentando nuevas pérdidas en peso y calidad. El alto contenido de agua que poseen los tubérculos, facilita el ataque de insectos y microorganismos produciéndose a menudo su destrucción. Es por ello que se torna difícil conservar papa por largo tiempo sin que se produzcan pérdidas, que a veces pueden ser de consideración. (14).

Con el objeto de evitar o reducir al mínimo dichas pérdidas, es necesario mantener los tubérculos bajo condiciones ambientales adecuadas de temperatura y humedad, que hagan posible disminuir y retardar los procesos nombrados anteriormente (respiración, deshidratación, brotación y pudrición). Las pérdidas que hay durante el almacenaje (a veces sobre 30%) indican que se está realizando mal el proceso, a pesar de que la zona sur tiene las condiciones climáticas más adecuadas del país para que este proceso sea eficiente. Para alcanzar buenas condiciones de almacenaje se requiere de bodegas bien estructuradas y una buena ventilación. Generalmente, las pérdidas en almacenaje se deben a pudriciones por mala selección de los tubérculos antes de guardarlos y a la deficiente ventilación, además existe reducción en su peso por pérdida de agua y por brotación. Después de dos a tres meses de un deficiente almacenaje, las papas comienzan a brotar, lo que causa:

- Disminución de la capacidad de brotación de los tubérculos.
- Pérdida de peso.
- Disminución del contenido de vitamina C.

- Baja la presentación interna y externa y el sabor de la papa se hace desagradable.

Si consideramos sólo la pérdida de peso por respiración y por almacenaje en malas condiciones, de 100 kg después de 5 meses sólo se tendrá 70 kg aprovechables (14).

5.1.2 FACTORES DEL CULTIVO QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ALMACENAMIENTO

Existe una serie de factores, previos al almacenamiento de la papa, que inciden en la calidad de éste, y que se relacionan directa o indirectamente con el manejo agronómico del cultivo, cosecha y transporte de los tubérculos producidos. (14).

a) Estado sanitario del cultivo.

El desarrollo sano del cultivo durante su ciclo es importante para obtener una buena conservación del producto. Cultivos afectados por fusariosis, tizones y/o pie negro durante su desarrollo, tienen una alta posibilidad de presentar pudriciones en bodega, puesto que el inóculo de estas enfermedades se almacena junto con los tubérculos. Las condiciones ambientales del almacenamiento (alta temperatura y humedad) dentro de la bodega favorecen la aparición de pudriciones. (14).

b) Grado de enmalezamiento.

Una alta presencia de malezas durante la cosecha aumenta la incidencia de daño mecánico producido por los implementos y herramientas de cosecha, aumentando las pudriciones en la guarda.

c) Fertilización.

La aplicación de dosis elevadas de nitrógeno tiende a aumentar la susceptibilidad a golpes durante la cosecha y el transporte de los tubérculos, facilitando así la vía de entrada de patógenos.

Por el contrario la aplicación de potasio, tiende a proporcionar una mayor resistencia y firmeza de los tubérculos a los golpes. (14).

d) Madurez de los tubérculos.

El cultivo debe estar totalmente maduro al cosechar, evitando con ello daños a la piel, principal vía de entrada de algunas enfermedades.

Cuando se cosecha la papa antes de concluir el desarrollo vegetativo del cultivo (producción de semilla), debe eliminarse el follaje aún verde con al menos tres semanas de anticipación, para lograr una cierta firmeza en la piel de los tubérculos al momento de la cosecha. Las

papas inmaduras son sensibles a daños, debido a que el tejido no está lo suficientemente suberizado. (14)

e) Daños mecánicos del cultivo.

Los daños mecánicos son ocasionados por los implementos usados en las labores desarrolladas en diferentes etapas del cultivo (aporca, control de malezas, hongos y otros) o por los insectos del suelo. Estas lesiones facilitan la entrada de patógenos que provocan posteriormente problemas en el almacenamiento. Si consideramos todo el ciclo del cultivo, durante la cosecha se produce cerca del 75% del daño total de los tubérculos (14).

5.1.3 EFECTO DE LA COSECHA SOBRE EL ALMACENAMIENTO

a) Condiciones del suelo al momento de la cosecha.

No es deseable un suelo excesivamente húmedo, puesto que gran parte de la tierra quedará adherida a los tubérculos, generándose condiciones ideales para enfermedades como Rhizoctonia, Sarna Plateada, Fusarium, Punteado Negro y Pudrición Húmeda por *Erwinia spp* y otros, favoreciendo la pudrición. Por el contrario, el suelo seco tiende a desprenderse fácilmente de los tubérculos, especialmente cuando éstos permanecen algún tiempo descubiertos sobre la superficie del suelo (cosecha semi mecanizada). (14).

b) Cosecha oportuna y cuidadosa.

Ésta debe realizarse antes del período de lluvias, puesto que guardar tubérculos con tierra afecta fuertemente la calidad de almacenaje. La recolección debe hacerse en canastos o cajones evitando daños por golpes. Durante la cosecha deben separarse los tubérculos partidos, picados, dañados por insectos o dañados por los implementos de cosecha o que estén afectados por enfermedades. Al producirse daños excesivos, las papas se deshidratan más en el período de almacenamiento, brotan antes y son susceptibles a pudriciones. (14)

c) Transporte y manejo de los tubérculos.

Los tubérculos nunca deben golpearse ni pisarse durante el transporte, descarga o selección, a fin de evitar pérdidas posteriores durante el período de almacenamiento. El vaciado de los sacos en la troja, así como el desplazamiento de los cargadores por sobre ella debe realizarse sobre un tablón con algún tipo de protección para no ocasionar daño. (14).

d) Selección cuidadosa.

Las papas deben guardarse secas y limpias, eliminándose todos los tubérculos partidos, con cortes, dañados mecánicamente, con enfermedades, otros. Cuando el período de almacenaje será prolongado, no es conveniente pasar por seleccionadora los tubérculos puesto que esta labor produce lesiones en la superficie de la piel, aumentando las posibilidades de problemas en el almacenaje. (14).

e) Temperatura de cosecha.

Temperaturas muy altas pueden desarrollar en la troja pudriciones húmedas. Además la latencia se puede acortar por este motivo. (14).

f) Bodega seca, limpia y adecuada.

Es importante que las bodegas estén limpias y desinfectadas y eliminar restos de tubérculos o brotes de la temporada anterior. Si el piso es de tierra, debe estar seco, liso y compacto. La bodega debe estar libre de goteras o de áreas húmedas y con un buen sistema de ventilación. (14).

5.1.4 CAMBIOS QUE OCURREN EN LAS PAPAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

El tubérculo de papa es un producto vegetal vivo que respira y transpira, y los factores ambientales que van a influir sobre él son la temperatura, humedad, ventilación y luz. Estos factores van a provocar en el tubérculo: cambios fisiológicos y químicos que pueden provocar problemas de pudriciones. (14).

5.1.4.1 LA TEMPERATURA

En general, se considera que una temperatura de 4,5 °C y una humedad relativa de 85 a 90% es ideal para el almacenaje de papas. En estas condiciones la actividad interior del tubérculo se minimiza, sin embargo, igualmente van a ocurrir cambios que son necesarios conocer. (14).

5.1.4.2 Cambios fisiológicos y químicos en el almacenamiento.

Durante el almacenamiento, los cambios de composición de mayor importancia son:

- Contenido de azúcar, que afectan el sabor, las condiciones culinarias y posiblemente el valor de la semilla
- Contenido de almidón, que afectan la textura y su valor industrial y pérdidas de vitamina C.

a) Cambios en la fracción proteica: Los tubérculos al ser almacenados comienzan a sintetizar proteínas y su mayor concentración la obtienen al salir del período de reposo. Después del reposo las proteínas totales y las albúminas decrecen y no varían posteriormente. (14).

b) Almidón: Tres procesos ocurren en la papa almacenada: respiración, conversión de almidón a azúcares por enzimas amilolíticas y conversión de azúcar a almidón por enzimas sintetizadoras de almidón. El almidón es constantemente usado en la respiración y frecuentemente en la formación de brotes, por esto la cantidad de almidón en cada célula constantemente decrece. (14).

c) Azúcares: Se produce una acumulación de azúcares durante el almacenaje dependiendo de la variedad y la temperatura.

Dos tipos de azúcares se encuentran en los tubérculos de papa: sacarosa y azúcares reductores, principalmente glucosa. La sacarosa es la que genera el sabor dulce característico de papas mantenidas a bajas temperaturas, dando como resultado una papa dulce, pastosa y descolorida. Entre 7 y 10°C, la relación de acumulación de azúcar es relativamente lenta y su contenido rara vez es alto. El contenido de azúcar decrece rápidamente cuando las papas son cambiadas a temperaturas más altas. Las papas con alto contenido de azúcar reductor, desarrollan un indeseable color café oscuro cuando se fríen, lo que se debe a la caramelización del azúcar por la fritura. El azúcar reductor se acumula más lentamente y alcanza su máxima concentración más tarde que la sacarosa. Existe una acumulación más alta de azúcares reductores en la parte basal del tubérculo. (14).

d) Vitamina C: Bajo cualquier condición de almacenaje, el contenido de Vitamina C disminuye rápidamente durante el primer mes.

e) Respiración: Durante el proceso de respiración, las papas convierten los carbohidratos en calor, agua y CO₂. El proceso depende del estado de madurez de los tubérculos y de la temperatura. Al comienzo del período de almacenaje, la velocidad de respiración de los tubérculos inmaduros es considerablemente más alta que la de los tubérculos maduros, y posteriormente llega a ser similar. Temperaturas cercanas al punto de congelación aumentan la velocidad respiración, provocando problemas de suboxidación,

oscurecimiento interno del tubérculo y corazón negro. Temperaturas altas, igualmente aumentan la tasa de respiración y provocan necrosis interna del tubérculo. La brotación y las lesiones de los tubérculos causan un marcado aumento en el rango de respiración. La concentración de oxígeno es otro factor que debe tenerse en cuenta en la conservación de los tubérculos de papa. En presencia de oxígeno se produce una respiración aeróbica, pero si éste falta, la respiración se torna anaeróbica con formación de alcoholes, fermentación, y como consecuencia, los tubérculos se pudren. Por ello, las bodegas de almacenamiento deben contar con una aireación conveniente que mantenga una tasa normal de oxígeno en el aire. El CO₂ actúa como retardador de la respiración, tanto aeróbica como anaeróbica. Sin embargo, acumulaciones muy altas de CO₂ desplazan el O₂ formando un ambiente que favorece la fermentación y con ello la pudrición de los tubérculos. Se ha determinado que la concentración de CO₂ no debe sobrepasar el 4%. (14).

f) Brotación: Inmediatamente después de la cosecha los tubérculos de papa se encuentran en un estado de dormancia (latencia), por estar bajo el efecto de inhibidores naturales. Pasado este período, el tubérculo comienza a emitir brotes, se deshidratan, pierden sabor y vitamina C. Las causas principales de brotación excesiva, se deben a problemas de temperatura y humedad relativa en las bodegas de almacenaje. Esta brotación trae consigo una reducción de peso, debido a la pérdida de agua y a la traslocación de nutrientes de los tubérculos a los brotes. No se produce crecimiento de los brotes entre 2 a 3 °C; es muy lento a 4,5 °C y se acelera a más de 10 °C. La brotación se puede inhibir con la aplicación de productos químicos. Los inhibidores de brote ayudan a evitar la deshidratación y permiten almacenar papa a temperaturas del orden de los 10 °C, con resultados comparables a los que se obtienen con el almacenamiento a 5 °C y humidificación del aire. Estos productos no deben ser aplicados a la vegetación o inmediatamente después de la cosecha, sino que una vez suberizadas las heridas. (14).

g) Coloración y Sabor: La coloración de la papa se debe considerar cuando se destina a papa frita para la industria. Todas las variedades se oscurecen al freírlas cuando provienen directamente de un almacenamiento a menos de 10 °C. Cuando se almacenan a menos de 10 °C y luego durante tres a cuatro semanas son llevadas a una temperatura de 15 a 20 °C, producen papas fritas de buen color. A

esta práctica se le denomina curado y es muy empleada en la industria de papas fritas. Los industriales prefieren someter las papas a temperaturas más bien altas de 15 a 20 °C, para obtener coloraciones claras. (14).

h) Pudriciones: Muchas de las pudriciones que se desarrollan durante el almacenamiento son causadas por bacterias y hongos que penetran a través de las heridas. La nueva piel que la papa es capaz de producir, es una efectiva barrera contra los microorganismos que causan pudriciones. El manejo cuidadoso y las condiciones favorables para la reproducción de la piel, al comienzo del período de almacenamiento, disminuye la incidencia de las pudriciones. (14).

i) Deshidratación: La velocidad a la cual la humedad es removida de la superficie de las papas hacia el medio circundante, depende tanto de factores externos: humedad, temperatura y velocidad del aire, así como de la naturaleza del producto: forma, tamaño y características de la corteza protectora. Después de la temperatura, la humedad relativa es el factor más importante en la pérdida de peso. Al respecto, cuando la humedad relativa del aire de ventilación es de 95% o un poco menos, la pérdida de peso es menor que a con porcentajes inferiores a 85% (14).

5.1.5 HUMEDAD:

El control de la humedad es tan importante como lo es el de la temperatura. Cuando los tubérculos son colocados en una atmósfera de humedad relativa baja perderán humedad y se pondrán blandos y sueltos. Esto ocurrirá aunque se haya controlado la brotación por medio de la temperatura o de inhibidores. Cabe señalar que las papas blandas son susceptibles de daños por presión y por machucaduras.

Cuando comienza la brotación la pérdida de humedad en el tubérculo es acelerada. Por esto, los inhibidores de la brotación reducen las pérdidas de humedad. El mayor movimiento de aire que es necesario realizar para bajar la temperatura, es contraproducente, porque parte de la humedad que lleva el aire saliente, proviene de las papas, y es independiente de la brotación. Esto puede evitarse agregando humedad al aire entrante con lo que disminuye la diferencia de las presiones de vapor, entre el tubérculo y la atmósfera de la bodega. (14).

Una humedad relativa superior al 95% es peligrosa. El tubérculo se hace más susceptible a las pudriciones y la humedad libre se deposita en la

superficie. Cuando estos permanecen húmedos, las lenticelas o poros de respiración se hinchan y proporcionan puntos de entrada a las bacterias. Al desarrollarse las partes podridas, no sólo mojan los tubérculos vecinos, sino también los inoculan con microorganismos. De esta manera se pueden producir grandes focos de papas húmedas, malolientes y podridas en la pila o troja. Al inicio del almacenaje se requiere un ambiente con una adecuada ventilación que favorezca la cicatrización del peridermo en las heridas del tubérculo. Esto además, elimina el exceso de humedad de la superficie de las papas y proporciona condiciones menos favorables al desarrollo de pudriciones. Cuando se almacenan tubérculos atacados con tizón (*Phytophthora infestans*) y pie negro (*Erwinia atroseptica*), y se colocan bajo las condiciones adecuadas de ventilación, las pudriciones que se desarrollan generalmente se secan en vez de hacerse húmedas y se circunscriben a los tubérculos que venían infectados antes del almacenaje (14).

5.1.6 VENTILACIÓN

La ventilación tiene por objeto mantener un rango óptimo de temperatura y de humedad relativa del aire en las papas almacenadas. Puede efectuarse por convección (diferencias de temperaturas) o por ventilación de aire forzado. El sistema de ventilación está basado en el principio general de introducir aire frío desde el exterior de la bodega, cuando la temperatura de ésta es superior a la de fuera. La bodega debe disponer de troneras en su parte superior que permitan la salida del aire caliente cuando se introduce aire frío. (14).

La ventilación por convección es suficiente en bodegas prediales donde los volúmenes de papas son menores y la altura de almacenaje inferior a 2 m. En estos casos generalmente se utilizan ductos triangulares contruidos con listones de madera. Los ductos deben ubicarse de tal manera que el aire externo tenga fácil acceso a ellos, estimándose que deben tener una sección de 13 cm² por cada tonelada de papa. La separación máxima entre ductos no debe ser superior a 2 m. La ventilación mediante circulación forzada de aire humidificado artificialmente, es el medio más efectivo para controlar la temperatura y la humedad de las bodegas a los niveles requeridos para la buena conservación. Adicionalmente, la ventilación se utiliza para secar aquellos lotes de papas que ingresan mojados a la bodega y para aplicar oportunamente los inhibidores de la brotación, al término del período de cicatrización de las heridas de los tubérculos. El aire se hace

pasar por las papas enfriándolas hasta la temperatura requerida, unos 60 días desde el término del período de cicatrización. Un exceso de aire no aumenta significativamente la velocidad de enfriamiento, pero sí aumenta el grado de deshidratación, de ablandamiento y la mancha negra de los tubérculos. Por el contrario, una cantidad insuficiente de aire no enfría las papas con la rapidez requerida. En una bodega especializada con ventilación de aire forzado, el sistema puede estar formado por ductos principales, laterales y de recirculación, cuya misión es inyectar aire fresco, mezclado o de recirculación, lo más uniforme posible al montón de papas. (14).

Para evitar condensaciones y temperaturas elevadas se debe forzar la circulación de aire dentro de la bodega, siendo necesario colocar las papas en trojas. El piso debe ser una tarima de listones separados, lo suficiente, para que los tubérculos no se caigan a través de ellos.

Este sistema puede perfeccionarse colocando en las murallas listones semejantes a las tarimas del suelo, que impiden el contacto de los tubérculos con los muros. Además, se pueden instalar tubos verticales provistos de agujeros o ranuras dentro de la masa de papas, para facilitar la aireación. La circulación de aire, en estas condiciones, queda sometida solamente al movimiento natural de ascenso del aire caliente y descenso del frío. Este movimiento natural a veces no es suficiente y se considera preferible hacerlo circular mediante ventiladores (14).

5.1.7 CONDICIONES FÍSICAS DEL ALMACENAMIENTO.

a) Temperatura.

Para la conservación de papa para consumo alimenticio, se recomienda que la temperatura sea baja. De preferencia de 8 a 10 grados Celsius (centígrados), para lograr prolongar el período de dormancia. Las altas temperaturas reducen el tiempo que los tubérculos permanecen en dormancia y dificultan el uso de sistemas sencillos de almacenamiento (9).

b) Humedad relativa.

Experiencias de campo demuestran que mientras se mantenga el ambiente húmedo, las papas pierden menos agua por evaporación y respiración. Se aconseja mantener en la bodega una humedad relativa entre 70 y 95%. Los períodos de humedad relativa menores de 70% son entoces porque los tubérculos pierden agua, lo que afecta la turgencia y calidad. La humedad excesiva del ambiente en la bodega provoca condensación que humedece los tubérculos y como consecuencia

aumentarán las oportunidades de pudrición y de brotación de los mismos (9).

c) Luminosidad.

Para el almacenamiento de papa destinada al consumo, debe evitarse el efecto de la luz. Debido a que la formación de clorofila verdea los tubérculos, con la consiguiente merma de calidad y las papas no se pueden recomendar para la alimentación. La utilización del sistema rústico de silo de pila o el diseño de bodega ICTA-I permite almacenar las papas evitando la luz. Se recomienda que más papas cosechadas no permanezcan por varios días expuestas a la luz solar, para conservar la calidad (9).

d) Ventilación.

Al construirse la bodega debe preverse la circulación uniforme de aire frío, mediante la construcción de un ducto especial. De lo contrario, pueden ocurrir trastornos fisiológicos que favorecen la formación del "corazón negro" en las papas. En el silo de pila, el aire frío es captado abajo, por lo que se construye el ducto dejando una sola entrada, orientada hacia donde prevalecen los vientos. El aire caliente que se forma durante el almacenamiento es succionado desde arriba por un tubo de bambú que se coloca sobre las papas, antes de cubrirlas con material aislante. En la bodega rústica el almacenamiento es a granel. (9).

e) Altura de pila.

Cuando se almacena en esta forma la pila de papas se acumula hasta una altura en que los tubérculos alcancen su punto de equilibrio. En la bodega rústica, diseño ICTA, se puede alcanzar una altura de 1 a 1.25 metros, sin causar lesión a los tubérculos por la presión del peso. Si hubiera necesidad de utilizar un inhibidor para prolongar la dormancia, el producto químico se aplica por estratos o capas a los tubérculos en el momento de estar apilando la papa. (9).

5.1.7.1 Detalles del proceso de almacenamiento

- Defoliar las plantas de papa que hayan llegado a su madurez y espere de 10 a 15 días para cosechar. Este tiempo permite que la piel de la papa se adhiera, y no se pele fácilmente.
- Coseche con cuidado y evite lastimar las papas; cualquier lesión, por pequeña que sea, facilita la entrada de hongos o bacterias que causan pudriciones.

- Seleccione y clasifique adecuadamente las papas, al momento de la cosecha. Evite el demasiado manipuleo para no lastimar la piel de los tubérculos. (9).

5.1.8 LAS PAPAS ALMACENADAS ATRAVIESAN POR TRES PERÍODOS IMPORTANTES:

a) Curación:

Cuando las condiciones ambientales son favorables se suberizan las heridas y el peridermo o piel de las papas es más resistente. Se tiene gran actividad fisiológica con pérdida de agua por transpiración y respiración.

b) Dormancia.

Es el período durante el cual la intensidad de respiración y transpiración son mínimas; el tiempo puede ser de dos a tres meses, dependiendo de la variedad. Durante este proceso ocurre el cambio del almidón en azúcares y la ruptura de estos por la respiración (9).

c) Brotación.

Período en el que las papas inician la actividad de desarrollo y crecimiento de los brotes; normalmente, se inicia con un brote en uno de los extremos del tubérculo, lo que se denomina dominancia apical.

El éxito del almacenamiento rústico de papa para consumo depende de la ampliación del período de dormancia y de la disminución del grado de respiración e inhibición de la brotación, por medio de la utilización de inhibidores químicos. Estas condiciones permiten aumentar el tiempo de dormancia y reducir las pérdidas de peso (9).

5.1.9 CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE PESO:

a) Respiración.

La papa es un organismo viviente que utiliza en su respiración oxígeno, transformando los carbohidratos existentes en anhídrido carbónico y agua. Durante este proceso se produce calentamiento y la respiración, se incrementa con temperaturas elevadas. Cuando se logra proporcionar un ambiente frío a las papas, se tiene el menor grado de respiración. Es oportuno mencionar que los tubérculos golpeados intensificarán el proceso de respiración. La liberación de energía de los alimentos en la respiración disminuye la posibilidad de conservar papa por mucho tiempo. (9).

b) Evaporación.

Las papas cuando están almacenadas pierden agua por evaporación, este fenómeno físico está influenciado por las condiciones del aire y por el estado de desarrollo de la piel de los tubérculos.

Para evitar pérdidas por este fenómeno, las papas deben conservarse cuando han suberizado sus heridas, así mismo, debe tratar de lograrse la menor diferencia entre el aire de las papas y el de ventilación, manteniendo alta humedad relativa dentro de la bodega. (9).

c) Brotación.

Terminada la latencia, los tubérculos empiezan a emitir brotes, lo que trae consigo deshidratación, pérdida de sabor y de vitamina C. Las causas principales de este proceso se deben a problemas de temperatura y humedad relativa en las bodegas. La brotación trae consigo una reducción de peso, de la calidad culinaria y de la presentación interna y externa de la papa, lo que se traduce en una pérdida económica considerable. Alrededor de la mitad de la pérdida en peso se debe a la reducción de agua y la otra mitad a la traslocación de material de los tubérculos a los brotes.

Esta a su vez, está influida por las condiciones del clima y el suelo en que el tubérculo ha sido producido, por la duración de la fase de almacenaje y las condiciones en que se ha hecho el mismo y por el crecimiento de los brotes producidos con anterioridad. El crecimiento de los brotes en los tubérculos de papa es evitado o reducido por:

- El almacenaje a baja temperatura.
- El almacenaje en condiciones de baja humedad relativa.
- El uso de antibrotantes (inhibidores de brotación).
- La exposición de los tubérculos a la luz. (9).

Los brotes crecidos en la luz, desarrollan clorofila y son cortos y robustos a diferencias de aquellos crecidos en la oscuridad. Con las mismas condiciones en cuanto a la preparación de la semilla, los tubérculos grandes producen más brotes que los pequeños. El crecimiento de brotes provoca grandes pérdidas de agua por evaporación, por aumento de la respiración y por el uso de carbohidratos. Para evitar o al menos reducir el crecimiento de los brotes después de transcurrido el período de latencia. (9)

5.1.10 INHIBIDORES DE BROTAÇÃO:

Son productos químicos hormonales que prolongan el período de dormancia o reposo y se usan sólo para papa de consumo. Estos productos se adquieren en forma de polvo o concentrados líquidos; con su uso se logra mantener buena calidad de la papa, pues se mantiene la turgencia y se evita la brotación, lo que puede permitir la comercialización eficiente. La aplicación de inhibidores de brotación no afecta la calidad de las papas. Normalmente, la sustancia activa surte efecto en su fase gaseosa, traspasa la epidermis de las radículas o yemas que están en los ojos de las papas; la cascara evita que la sustancia penetre o se acumule en la pulpa del tubérculo (9).

5.1.10.1 La inhibición

Uno de los procesos biológicos de mayor importancia en el deterioro de ciertos alimentos es el brote que se produce en los tubérculos y los bulbos, causando disminución de peso y calidad en papas, cebollas, zanahorias y remolachas, para citar solamente algunos casos de mayor relevancia económica. A título de ejemplo, cabe acotar que se estiman las pérdidas producidas por el brote de la papa hasta en un veinte por ciento de la cosecha. El tratamiento con energía ionizante es capaz de inhibir total y definitivamente el brote, permitiendo de esta forma extender el período de almacenamiento sin pérdida de peso y calidad, e incrementando, consecuentemente, la disponibilidad de los citados productos en el mercado. (7).

5.1.10.2 Inhibición de brotación en papa.

La brotación de la papa es la principal causa de pérdida durante el almacenamiento. Esto se debe a que la brotación reduce el número de papas comercializables, y además, porque la intensa evaporación de agua desde la superficie de los brotes reduce el peso de los tubérculos. Actualmente existen dos métodos para evitar la brotación de las papas durante el almacenaje: almacenamiento a baja temperatura (2-4 °C) y uso de inhibidores de brotación. Las bajas temperaturas durante el almacenaje provocan la degradación del almidón en azúcar, aumentando el contenido de ésta en las papas disminuyendo su calidad, especialmente para su uso industrial. (7).

El almacenaje en atmósfera controlada (bajas concentraciones de O₂ y altas concentraciones de CO₂ también reduce la brotación de los tubérculos, pero las altas concentraciones de CO₂ pueden producir desórdenes fisiológicos como corazón negro.

En relación al uso de inhibidores de brotación se han utilizado muchos compuestos químicos, sin embargo pocos de ellos se han ocupado en forma comercial.

El chlorpropham o CIPC y la Hidrazida Maleica son los productos más utilizados para inhibir la brotación en papa a nivel mundial. Esta última se aplica como tratamiento foliar 4 a 6 semanas antes de la cosecha, siendo el momento de aplicación la clave para obtener buenos resultados. Según los ensayos si se aplica correctamente la Hidracida Maleica se logra un aumento en los rindes y en la materia seca y las mermas por almacenamiento son menores. Otra ventaja de la HM es que no necesita contar con maquinaria especial para aplicar en almacenes. (7).

a) HIDRAZIDA MALEICA.

Nombre común Hidrazida maleica (ISO)

Otros nombres/sinónimos: 6-hidroxi-2H-piridazina-3-uno (UIQPA); 1,2-dihidro-3,6-piridazinadion (AC); hidracina maleica; hidracina cíclica ácida maleica

No. CAS 123-33-1.

Categoría de uso Plaguicida

Uso: Este compuesto se utiliza como herbicida e inhibidor del crecimiento de las plantas. Se usa para suprimir el crecimiento de hierbas en el césped, bordes de los caminos, terraplenes y zonas de servicios públicos, así como el crecimiento de arbustos y árboles. También se usa para inhibir brotes en las patatas, cebollas y zanahorias almacenadas, inducir el letargo en los cítricos y como regulador del crecimiento de las plantas para controlar el crecimiento del tabaco, patatas, cebollas, cítricos estériles, frijoles, remolachas, maíz, frijoles blancos, guisantes, fresas, remolachas azucareras, ajo y tomates. Se utiliza para controlar la formación de vástagos de tabaco, para el control de malezas y como estabilizador del contenido de azúcar en las remolachas. (6).

Tipos de formulación Concentrado soluble (SL); gránulos solubles en agua (SG) (Tomlin, 1994).

La hidrazida maleica se puede obtener como material de calidad técnica con un 97% de ingrediente activo mínimo y menos del 1% del agente humectante aniónico. También se ofrece a la venta como concentrado emulsionable o como polvos humectables para usos agrícolas en la forma de su sal de potasio o su sal de dietanolamina. Los productos

pueden contener pequeñas cantidades de hidracina como impureza (CIIC, 1974). (6).

Propiedades físicas y químicas

Características. Cristales blancos o incoloros

Fórmula C₄H₄N₂O₂

Nombre químico 1,2-dihidro-3,6-piridazinediona (AC)

Grupo químico Piridazinona

Solubilidad 4,507 g/l a pH 4,3 a 25°C

Presión de vapor 10⁻⁵ Pa a 25°C

Punto de fusión 298-300°C

Reactividad La hidrazida maleica es levemente ácida y forma sales con la dietanolamina (DEA), la trietanolamina y el álcali, pero es estable en soluciones ácidas y básicas. Es estable en hidrólisis pero los agentes oxidantes fuertes la descomponen con la liberación de nitrógeno (USEPA, 1994) (6).

DÓSIS: Esta recomendación está basada en un producto formulado a una concentración de 36%.

TABACO: Curados a humo 9 a 10 lts/ha. Oscuros 18 a 20 lts/ha (en 20.000 pl/ha) Volumen de agua no inferior 200 lts/ha. Momento de aplicación, ver instrucciones de marbete.

PAPA: 9 a 12 lts/ha. Volumen de agua, no inferior a 280 lts/ha. Momento de aplicación, luego de plena floración o 6 a 8 semanas antes de la entrega del cultivo.

CEBOLLA: 8 a 10 lts/ha. Volumen de agua, entre 400 y 700 lts/ha. Momentos de aplicación 2 a 3 semanas antes de cosecha.

AJO: 8 a 10 lts/ha. Volumen de agua, entre 400 y 700 lts/ha. Momento de aplicación 2 a 4 semanas antes de cosecha.

Cuadro 1. Límites máximos de residuos para Hidrazida Maleica.

Producto básico	LMR	Año de adopción
Ajo	15 mg/Kg	2001
Cebolla, bulbo	15 mg/Kg	
Patatas (papas)	50 mg/Kg	

FUENTE: FAO/OMS 1,999.

b) BENEFICIOS DE LA HIDRAZIDA MALEICA

- Prolonga el período de almacenaje post-cosecha
- Permite llegar a épocas de ventas más favorables y con un producto mejor.
- Se puede realizar una venta o cosecha del producto escalonada.
- Disminuye la caída de materia seca luego de entregado el follaje.
- Permite conservar un producto de mayor calidad por más tiempo.
- Reduce las mermas, los tubérculos no generan brotes internos.
- Reduce la aparición de papas guachas en cultivos posteriores.
- Reduce la producción de papas pequeñas (bolillas) ya que son reabsorbidas. (17).

5.1.11 BODEGA RÚSTICA:

El diseño aprovecha el aire frío que es captado abajo de la bodega y los duelos de ventilación se construyen dejando en el piso una separación de dos centímetros entre reglas y una altura de 50 centímetros entre el suelo y el piso de la bodega.

Este espacio libre funciona como ducto de ventilación con una sola entrada, orientada hacia donde prevalecen los vientos. El aire caliente es succionado por un tubo de bambú que funciona en forma de chimenea, que se coloca en la parte superior del ángulo que forma el techo, o en uno de los costados. Esta chimenea o tubo pequeño de 40 a 50 centímetros de largo, se coloca cuando se está construyendo el techo con la mezcla de tierra, cal, paja de trigo y agua. La capa que protege el techo deberá tener un grosor no menor de 25 centímetros, para lograr un aislamiento eficiente. El techo, en los períodos de mucha lluvia, es conveniente protegerlo con plástico delgado, de color blanco, para evitar que se dañe la capa de lodo. (1)

5.1.11.1 **Construcción de bodega rústica.**

Para la construcción de la bodega rústica, siga los pasos siguientes:

a) Selección del terreno.

Cuando se proyecta la construcción de una bodega para la conservación de papa para consumo alimenticio, es conveniente buscar un lugar que no tenga obstáculos que impidan las corrientes de viento, que es lo que se aprovecha en la ventilación de la bodega.

Para lograr un buen funcionamiento, se debe ubicar la bodega en un terreno compactado, libre de acumulación de agua y que permita orientar la mayor superficie hacia donde prevalecen los vientos, durante el período en que se pretende almacenar. (9).

b) Secuencia para la construcción de la bodega

- Nivele y compacte el terreno
- Seleccione y corte los postes con las medidas correctas
- Haga los cortes para ensambles a media madera para colocar travesaños del piso y para sostener el techo
- Corte las reglas para la cumbrera y travesaños del techo.
- Corte las varillas de madera rústica o tablillas y sujételas horizontalmente a los costados de las paredes de la bodega; deje una separación de 3 a 4 centímetros. Las varillas de madera rústica se deben sujetar con clavos o pita plástica.
- Prepare la mezcla de lodo agregando tierra, paja de trigo y agua; con este material se rellenan las paredes.
- Coloque varillas de madera rústica para el techo, espaciadas de 3 a 4 centímetros, en sentido contrario a la pendiente. Proteja el techo con una capa de paja de trigo, y luego, cúbralo con una capa de mezcla, agregue cal hidratada para lograr mejor adherencia. Repelle la superficie del techo con mezcla de color blanco para mejorar el aislamiento a la irradiación solar.
- Deje en la parte superior del techo un tubo de bambú de 50 centímetros de largo para ventilación. Esto es necesario, debido a que durante el período de almacenaje se produce aire húmedo y caliente dentro de la bodega, y es necesario disponer de un pequeño ducto de salida.
- Proteja la puerta con madera, a manera de que quede hermética, para evitar entrada de luz. El ducto de ventilación superior deberá protegerse con un cono de lámina de zinc para evitar la entrada de agua.

- Proteja el techo con plástico blanco durante los meses de mucha lluvia, para evitar que se dañe.
- Utilice madera rolliza rústica que tenga un grueso mínimo de 2 a 3 pulgadas para el piso de la bodega. Deje una separación de dos centímetros entre reglas o varillas. Esta separación permitirá la ventilación por el piso.
- Espere que el lodo seque en las paredes y el techo para poder utilizar la bodega.
- Seleccione bien los tubérculos que va a almacenar. Estos deben estar limpios, pero no los lave, para evitar las condiciones de pudrición. (9).

5.1.12 INFORMACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN DE LA PAPA.

a) Principales zonas de producción.

De acuerdo a las condiciones bioclimáticas de las regiones, dentro de las áreas óptimas para el cultivo de la papa se encuentran los siguientes departamentos: Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Totonicapán, Guatemala, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jutiapa y Jalapa (11).

b) Época de Producción:

De acuerdo a estimaciones del ICTA, durante el año se puede observar las fluctuaciones estacionales de la producción de papa en Guatemala de acuerdo a la siguiente gráfica.

Figura 1 Épocas de producción.



Fuente: BANGUAT 2011.

5.1.13 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES TRABAJADOS.

a) Variedad Lóman

Planta con tallos y hojas de color verde oscuro.

Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a Tizón Tardío. Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm). (4).

b) Variedad Tollocan

Planta con tallos rectos, fuertes y hojas de color verde. Esta puede alcanzar una altura de 70-95 cm. Las flores son de color blanco, las cuales se presentan entre los 55 a 60 días después de la siembra. Su madurez fisiológica la alcanza a los 110 ó 115 días después de la siembra. La piel y la pulpa son de color crema. El tubérculo tiene forma oblonga a redonda. A 2,390 msnm presenta 18.2 % de sólidos totales y 12.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío. De acuerdo a estas características, su uso es adecuado para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas. Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa (4).

c) Variedad "Solóman"

Esta variedad desarrolla una Altura de la planta de 0.70-0.75 m. con un Crecimiento vegetativo Semi-erecto con un color de hojas y tallos Verde intenso. Las flores tienen de 3 a 4 cm de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella siendo esta hermafrodita. Las 5 anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. El estigma generalmente sobresale del anillo de anteras. La corola es de color blanco. Las anteras son de color amarillo brillante, los estigmas son usualmente de color verde, la floración se da a los 60 y 65 días, su ciclo se completa a los 115 días después de la siembra, y se adapta a alturas de 2,200 a 3250 msnm, la Forma de tubérculo es oblonga a redonda el color del peridermo: Amarillo Pálido y Color de la pulpa: Amarillo Pálido (8).

5.2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

5.2.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

La presente investigación se realizara en la localidad que se describe a continuación:

5.2.1.1. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA.

El ensayo se desarrolló en la estación experimental “Labor Ovalle” del instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, ubicada en el Municipio de San Juan Olinstepeque, y según el INSIVUMEH, se encuentra a una altura de 2,380 msnm, a 12°52’16” latitud Norte y 91°30’52” longitud Oeste. La precipitación pluvial anual es de 2,000 a 2,500 mm, con temperaturas medias de 22.2°C máxima y 6.8°C mínima. Según Holdridge la zona de vida pertenece a bosque muy húmedo montano bajo subtropical (10). Las características climáticas son de tipo semi-frío, húmedo, con invierno benigno y seco, predominan los vientos fuertes que van desde los 9.5 km/hora de norte a sur y bajas temperaturas en la época seca del año. (12), los suelos pertenecen a la serie de los lentisoles de origen volcánico, y textura franco arcilloso. (16)

5.2.2 ESTUDIOS RELACIONADOS A LA INVESTIGACION.

Ambos estudios fueron realizados en Argentina, ya que actualmente en Guatemala no se tienen experiencias relacionadas a la misma.

5.2.2.1 EFECTOS DE LA HIDRAZIDA MALEICA SOBRE EL RENDIMIENTO, CONTENIDO DE MATERIA SECA Y BROTAÇÃO EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) DESTINADA AL CONSUMO FRESCO.

Evaluaciones en post-cosecha

Brotación.

En cada año, luego de la cosecha, una muestra de 10 tubérculos por repetición se dispuso sobre bandejas con vermiculita en condiciones de oscuridad, a 17°C y 90-95 % de humedad relativa a fin de determinar el momento de brotación. La brotación se definió como el número de días transcurridos desde la entrega del cultivo hasta el momento en que el 80 % de los tubérculos de la muestra presentaba brotes mayores a 1 mm de longitud. Esta modificación aumentó Las exigencias de la evaluación, siendo una variante de la propuesta por Reust (1986), quien determinaba el momento de brotación cuando el 80% de los tubérculos de la muestra alcanzaba 5 mm.

Periódicamente, a partir del momento de brotación, se midió la longitud del brote apical en cada uno de los tubérculos de la muestra. En 1995, sobre cuatro repeticiones de 20 kg por tratamiento, conservadas en bolsas de polipropileno de malla cerrada, en condiciones de oscuridad, a temperatura de 20°C y 60-65% de H.R., también se determinó la brotación 120 días después de la entrega, estableciéndose con el mismo criterio descrito anteriormente el momento del inicio de la brotación. (2).

Mermas de peso.

En 1995 La misma muestra de 20 kg conservada en bolsas de polipropileno de malla cerrada a 20°C y 60-65% de H.R. también se utilizó para establecer las disminuciones de peso por brotación en el momento que los tratamientos con HM presentaron brotes visibles de por lo menos 1 mm. En 1996, luego de la cosecha se dispusieron en bolsas de polipropileno de malla cerrada 50 kg de tubérculos provenientes de los distintos tratamientos, con cuatro repeticiones. Estas bolsas fueron pesadas y colocadas en pilas a campo, tapadas con chala de maíz. Este material fué pesado en dos oportunidades, el 31 de agosto de 1996 y el 27 de noviembre de 1996. Por otra parte, muestras con cuatro repeticiones por cada uno de los tratamientos fueron almacenadas en un galpón a temperatura ambiente, las cuales se evaluaron en noviembre 1996 y enero 1997, discriminando las pérdidas de peso totales y por brotación. En todos los casos las pérdidas de peso se expresan como porcentaje del peso inicial. (2).

Análisis de residuos de hidracida maleica.

En 1995, aproximadamente 120 días después de la entrega del follaje, una muestra de 12 kg de tubérculos de los tratamientos Testigo y de la dosis más alta de hidrazida maleica (HM1-12) fué enviada al IASCAV para analizar posibles residuos de HM en los tubérculos. Los análisis se realizaron con un límite de detección de 1 mg.kg-1. (2).

RESULTADOS:

Brotación.

La variante metodológica propuesta para evaluar la brotación cuando los tubérculos presentaban brotes de 1 mm de longitud se estableció a fin de forzar las observaciones de la misma y comprobar más fehacientemente el efecto inhibitorio de la HM. Esto a pesar de que la

Norma de Identidad y Calidad de Papa del Mercosur considera que un tubérculo está brotado cuando la longitud del brote es superior a 3 mm y que la metodología original propuesta por Reust (1986) establece que un tubérculo está brotado cuando la longitud del brote es de 5 mm. (2).

Año 1995. La brotación en condiciones controladas se produjo 78 días después de la entrega en los testigos y entre 93 y 106 días después, para los tratamientos con HM 9 y 12 L, respectivamente. Por otra parte, si bien el inicio de la brotación entre los testigos y los tratamientos con HM sólo difirió entre 15 y 28 días, el ritmo de crecimiento de los brotes fué notablemente mayor en los testigos. Esto fué, probablemente, una consecuencia de la inhibición de la división celular y el bloqueo de diversos sistemas enzimáticos que produce la HM. Cuando los tubérculos se conservaron a 20°C en condiciones de oscuridad, la brotación de los testigos se produjo el 18 de setiembre y la de los tratamientos el 28 de octubre, esto es 85 y 125 días después de la entrega del follaje respectivamente. (2).

Año 1996. Los tubérculos del tratamiento testigo brotaron 75 días después de la entrega del follaje, y los tratamientos con HM2-9 Y 12 produjeron un retraso en el inicio de la brotación entre 7-28 días, resultados similares a los encontrados para el mismo cultivar durante 1995. Se debe destacar el efecto de las aplicaciones de HM1-9 y 12, que retrasaron el inicio de la brotación en 120 días, respecto del testigo. Por otra parte, en este año, las aplicaciones de HM también redujeron significativamente el crecimiento de los brotes con respecto al testigo. Si bien estos efectos de la HM sobre la inhibición del crecimiento de los brotes son ampliamente conocidos, en la Argentina sólo existían evidencias parciales de su efecto. Por otra parte, en estos trabajos sólo se consideraba la brotación bajo distintas condiciones de almacenamiento y no bajo las condiciones de este ensayo, donde se estimuló el crecimiento de los brotes al colocarlos en las condiciones descritas (17°C, 90-95% de H.R. y oscuridad). La significativa reducción en el crecimiento de los brotes y la deformación de los mismos para formar brotes en roseta es característica de las aplicaciones de HM. Esta inhibición del crecimiento del brote fué muy notable en las aplicaciones de HM1-9 y 12. La longitud de los brotes a los 150 días de la entrega fué similar a la encontrada durante los ensayos realizados en 1995. (2).

Mermas de peso

Año 1995. En este año sólo se evaluaron las pérdidas de peso por brotación, cuando los tubérculos fueron conservados a 20°C. Ciento veinte días después de la entrega del cultivo las mermas de peso por brotación resultaron muy superiores en el testigo que en los tubérculos provenientes de los tratamientos con HM. De todos modos, las mermas fueron menores que las encontradas por Furlani de Pegorin & Roby (1983) para el mismo cultivar, cuando lo conservaron en distintos sistemas de almacenamiento aun a bajas temperaturas (4,5°C), si bien el período de conservación, en este último caso, fué de más de 200 días.(2)

Contenido de materia seca de los tubérculos.

En 1995, las aplicaciones de HM en diferentes momentos y dosis tampoco produjeron modificaciones en el contenido de materia seca de los tubérculos. El contenido de materia seca y la gravedad específica de los tubérculos fluctuó entre 16,64-18,32% y 1,064-1,073, respectivamente, sin que se observaran diferencias con el testigo sin tratar. (2).

Durante 1996, las aplicaciones de HM en diferentes dosis y momentos tampoco produjeron efectos negativos sobre la gravedad específica y el contenido de materia seca, si bien en este caso ambos valores resultaron menores que los registrados en 1995 y que los encontrados por Huarte et al. (1992) y Cacace et al. (1994) para el mismo cultivar luego de varios años de ensayos. Esto podría atribuirse a las condiciones ambientales durante el período de cultivo particularmente a un exceso de agua hacia el final del ciclo. (2).

Pérdida de peso.

Efectos de la aplicación de HM en distintos momentos y dosis sobre (a) mermas de peso por brotación, 120 días después de la entrega, en tubérculos almacenados a 20°C, 1995; (b) mermas de peso totales en tubérculos" almacenados en pilas a campo, 1996; (c) mermas de peso totales en tubérculos almacenados en galpón, a temperatura ambiente, 1996 y (d) mermas por brotación en tubérculos almacenados en galpón, 1996. (2).

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de Hidracida Maleica a las dosis y momentos indicados en el trabajo no disminuyeron el rendimiento

comercializable salvo en uno de doce casos, en tanto que se registraron aumentos en el rendimiento en cinco de los tratamientos utilizados. (2).

Las aplicaciones de Hidracida Maleica retrasaron el inicio de la brotación y el ritmo de crecimiento de los brotes, tanto cuando estas variables se evaluaron en condiciones controladas o en el campo. Además, redujeron significativamente las mermas de peso, al disminuir la brotación y la consecuente evaporación a través de los brotes y no modificaron el contenido de materia seca ni la gravedad específica de los tubérculos. A las dosis y momentos evaluados el uso de HM es una alternativa de fácil aplicación e interés para prolongar el período de comercialización de los tubérculos, sin que se produzcan disminuciones en el rendimiento ni mermas de peso durante el período postcosecha. (2)

5.2.2.2 APLICACIÓN DE HIDRAZIDA MALEICA EN PAPA (*Solanum tuberosum* L Cv. *Spunta*) Y SUS EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO, LA BROTAÇÃO Y EL NIVEL DE RESIDUOS EN LOS TUBÉRCULOS.

Resumen

El objetivo de este trabajo fué evaluar el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica, un conocido inhibidor de la brotación en papa, sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo fresco. Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Piquillín, provincia de Córdoba, Argentina. Las aplicaciones de HM (sal potásica 36%, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 l/ha, con un volumen de agua de 400 l/ha. Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento ni en el número de tubérculos/m² para las distintas fracciones, en tanto que si bien la brotación de los tubérculos tratados se produjo sólo 5 días después de los testigos, el ritmo de crecimiento de los brotes fué significativamente menor. A los 114 días de la muerte del follaje los tubérculos tratados presentaban brotes < 10 mm y los testigos > 60 mm. Durante la postcosecha el nivel de residuos en los tubérculos tratados estuvo siempre por debajo del nivel de tolerancia de 50 ppm, aceptado por el Codex Alimentario FAO. Los residuos fluctuaron entre 10.35-18.57 ppm hasta 4 meses después de la muerte del follaje. Los resultados indican que, a la dosis y momento indicados,

las aplicaciones de HM no disminuyen el rendimiento y permiten extender el período de comercialización de los tubérculos sin que el nivel de residuos supere las tolerancias exigidas. (2)

Materiales y métodos

Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Piquillín, provincia de Córdoba, Argentina (31° 20' SL, 63° 60' WL) en un lote comercial del cv. Spunta durante el cultivo tardío (febrero-junio, Hemisferio Sur). El cultivo se plantó con una máquina de cangilones de 4 surcos a 0.90 m entre surcos y se fertilizó y regó por surco, de acuerdo a lo usual para la zona. Las aplicaciones de HM (sal potásica 36%, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 l/ha, con un volumen de agua de 400 l/ha y como tensioactivo se utilizó Facet al 0.05%. El tratamiento se realizó sobre parcelas de 20 surcos de 40 m de largo con 4 repeticiones y en el tratamiento testigo se asperjó agua + tensioactivo. Durante el cultivo las plagas y enfermedades fueron controladas de acuerdo a lo usual para la zona. La cosecha se realizó en forma manual, cosechando 10 fracciones de 1 m lineal de surco por cada repetición. Para cada muestra se determinó el número y el peso de los tubérculos en las fracciones < y > 80 g y total y los resultados se expresan como número de tubérculos/m y t/ha. (2).

Brotación en condiciones controladas

Luego de la cosecha una muestra de 10 tubérculos por repetición se dispuso sobre bandejas con vermiculita en condiciones de oscuridad, a 17 °C y 90-95 % de humedad relativa a fin de determinar el momento de brotación. El inicio de brotación se definió como el número de días transcurrido desde la muerte del follaje hasta el momento en que el 100 % de los tubérculos de la muestra presentaba brotes mayores a 1 mm de longitud (Caldiz et al., 1997). Periódicamente se midió la longitud del brote apical para cada uno de los tubérculos de la muestra. (2).

Determinación del nivel de residuos de Hidracida Maleica (HM).

A partir de la cosecha se realizaron muestreos periódicos para evaluar el nivel de residuos de HM en los tubérculos tratados y en el testigo. Los muestreos se realizaron sobre fracciones de surco al azar hasta completar aproximadamente 5 kg de muestra por cada tratamiento. De cada uno de estos tratamientos se tomaron de 12-20

tubérculos y un cuarto de cada uno de ellos fué molido en una multiprocesadora de alimentos hasta obtener un preparado espeso. Sobre este preparado se realizó la determinación de HM de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (AOAC, 1998) por espectrofotometría Uv-visible. Las muestras se llevaron a ebullición en solución alcalina para eliminar interferencias volátiles. Una destilación posterior con Zn en presencia de N₂ arrastró hidrazina producida a partir de la Hidracida Maleica. La hidrazina reaccionó en solución acida con p-dimetilaminobenzaldehído para formar un compuesto de color amarillo. Se preparó una solución acuosa estándar de Hidracida Maleica en medio alcalino de 13 µg/ml, la cual se utilizó para realizar la curva de calibración, que resultó con un r: 0,968. También se realizó un ensayo de recuperación de Hidracida Maleica, adicionando por triplicado 6,36 y 63,52 µg HM/g de tubérculo, respectivamente. (2).

Resultados y discusión

Rendimiento y número de tubérculos

Las aplicaciones de Hidracida Maleica no produjeron diferencias en el rendimiento ni en el número de tubérculos/m para las distintas fracciones (Figura 5). Resultados similares fueron encontrados por Caldiz et al. (1997, 1999) para el cv. Spunta y otros, utilizando la misma sal potásica de Hidracida Maleica en dosis de 9-14 l/ha. Estos mismos autores encontraron que sólo se producían efectos negativos sobre el rendimiento cuando las aplicaciones se realizaban muy temprano, 8 semanas antes de la muerte del follaje. (2).

En postcosecha, la brotación de los tubérculos se produjo 68 y 73 días después de la muerte del follaje, para el tratamiento testigo y HM, respectivamente. Si bien no hubo diferencias significativas en el momento de inicio de la brotación, a partir de ese momento el ritmo de crecimiento de los brotes fué significativamente diferente. (2).

Como era de esperarse, el nivel de residuos en el testigo fué nulo, en tanto que para los tubérculos provenientes de los tratamientos con HM los valores estuvieron en todos los casos por debajo del nivel de tolerancia aceptado por el SENASA, IASCAV (Servicio Nacional de Sanidad, Instituto Argentino de Sanidad y Calidad de los Vegetales) de 50 ppm y por lo encontrado en trabajos anteriores con aplicaciones de HM de 12 l/ha, con niveles de residuos de 20 ppm (Caldiz et al., 1997). Los valores de residuos fluctuaron entre 10.35-

18.57 ppm para el período inmediatamente posterior y hasta 4 meses después de la cosecha. (2).

Tratamiento Días después de la muerte del follaje (DDMF)

Si bien la aplicación de Hidracida Maleica se realizó a las dosis y momentos recomendados y, a pesar de la excelente inhibición de la brotación que se produjo en condiciones controladas, en el campo se observaron algunos sectores del lote con brotación desuniforme. En estos casos, se procedió a evaluar en cada grupo de tubérculos, el residuo en tubérculos tratados con Hidracida Maleica y que presentaban brotación, con aquellos tratados sin crecimiento visible de los brotes. (2).

En estos casos los niveles de Hidracida Maleica fueron de 3 y 35 ppm para los tubérculos brotados y sin brotar, respectivamente. Por lo tanto, de acuerdo a estos resultados, parecería haberse producido un traslado desuniforme de fotoasimilados + Hidracida Maleica hacia los tubérculos. Quizás, si bien la aplicación se produjo correctamente, el estado fenológico del cultivo fuera más avanzado que en los trabajos llevados a cabo por Caldiz et al. (1997, 1999) donde no se observaron estas diferencias en la brotación de tubérculos provenientes de la misma planta.

Estos resultados sugieren que para estas condiciones de cultivo probablemente se puedan realizar aplicaciones más tempranas de Hidracida Maleica o bien utilizar dosis mayores al atrasar la aplicación. Actualmente se está conduciendo una experiencia al respecto, en el mismo cultivar. (2).

VI. OBJETIVOS

6.1 GENERAL:

Evaluar el efecto de un inhibidor de la brotación de tubérculos almacenados para consumo humano de tres variedades de papa, utilizando una bodega rústica.

6.2 ESPECIFICOS:

6.2.1. Determinar la dosis de inhibidor de brotación que mantendrá los tubérculos, sin desarrollo de brotes por más tiempo.

6.2.2. Determinar la variedad que presente tubérculos de mejor calidad en condiciones de bodega rústica.

6.2.3. Evaluar la interacción de las diferentes variedades de papa en almacenamiento con las diferentes dosis del inhibidor de la brotación.

6.2.4. Valorar la factibilidad económica del almacenamiento de papa, tratada con inhibidores de brotación en diferentes dosis, en condiciones de bodega rústica.

6.2.5. Determinar las características de palatabilidad y cambios de sabor de los tubérculos, durante el tiempo de almacenaje.

6.2.6. Establecer el tiempo máximo que los tubérculos pueden permanecer sin desarrollo de brotes en almacenamiento.

VII. HIPÓTESIS.

- Ha 1. Al menos una de las dosis de inhibidor de brotación prolongara más tiempo, la calidad de los tubérculos.
- Ha 2. Al menos uno de los tres genotipos de papa presentará tubérculos de mejor calidad, en las condiciones de almacenamiento evaluadas.
- Ha 3. Existirá al menos una interacción estadística positiva entre los factores a evaluar (dosis de inhibidor de brote y variedades de papa).
- Ha 4. En al menos una de las variedades se obtendrá una respuesta favorable en cuanto a la viabilidad económica del producto almacenado.
- Ha 5. En al menos una de las variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación se mantendrán las condiciones de palatabilidad del producto almacenado.
- Ha 6. Los tubérculos almacenados se mantendrán sin brotes, durante los cuatro meses de la investigación.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.

8.1 MATERIALES.

8.1.1. RECURSOS:

HUMANOS:

Asesor principal ICTA, Quetzaltenango

Asesor adjunto CUSAM

Estudiante CUSAM

Trabajadores de campo ICTA.

FISICOS:

- Tubérculos de papa
- Balanza.
- Vehículo.
- Cajas plásticas.
- Bolsas de papel.
- Libreta de campo.
- Cubeta plástica.
- Bolsas de nylon.
- Bodega rústica.
- Termómetro.
- Arpillas plásticas.
- Tubérculos de papa de las variedades:
 - Lóman.
 - Tollocan.
 - Solóman.

REACTIVOS:

Inhibidor de brotación, (Hidrazida Maleica).

FUENTES DE FINANCIAMIENTO:

ICTA, Quetzaltenango.

Estudiante CUSAM.

SOFTWARE:

InfoStat es un software estadístico utilizado en la Estadística Aplicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

8.2. MÉTODOS:

Los métodos utilizados para la investigación se describen a continuación.

a) MÉTODO INDUCTIVO.

Es el método por el cual, a partir de varios casos observados, se obtiene una ley general, válida también para los casos no observados. Consiste pues, en una acción generalizadora o más simplemente en una generalización.

Primeramente se constata y se reúne los casos o hechos en los que se presenta el fenómeno que se estudia; posteriormente se busca la causa que determina la presencia del fenómeno en los casos observados; y finalmente, se establece la ley o principio que rige a dicho fenómeno y es aplicable al universo de los casos.

La garantía del método inductivo es la regularidad del curso de la naturaleza. El pensamiento es capaz de concebir la repetición indefinida de un mismo hecho desde que este hecho es posible una vez.

Los conocimientos que proporciona este método, a criterio de muchos tratadistas, no son de validez absoluta, sino más bien de probabilidad variable, en razón de que se toman únicamente unos cuantos elementos del universo dado.

b) ANÁLISIS DE VARIANZA.

Se utilizó para realizar el análisis de algunas variables y determinar la diferencia estadística y el nivel de significancia.

c) PRUEBAS DE TUKEY.

Se utilizó para la prueba de discriminación de medias cuando existe diferencia estadística.

d) MÉTODO PARA MEDIR LA PALATABILIDAD.

Se utilizó para medir el conjunto de características organolépticas de los tubérculos, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero. Esta calificación fue en gran medida, una apreciación subjetiva dependiente de la experiencia previa del individuo.

8.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un diseño Bifactorial completamente al azar con un arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones.

El modelo matemático utilizado en el análisis de las variables en estudio, fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + E_{ij(a)} + V_k + (SV)_{jk} + E_{ijk(b)}$$

Y_{ijk} = es la observación de la variedad k, con dosis j de inhibidor, en la parcela i.

μ = es la media verdadera general.

B_i = es el efecto de la parcela i

S_j = es el efecto de la dosis j.

$E_{ij(a)}$ = es el error experimental en parcelas grandes

V_k = es el efecto de la variedad k

SV_{jk} = es el efecto de la interacción de la dosis j y variedad k

$E_{ijk(b)}$ = es el error experimental de las subparcelas.

Cuadro 2 Descripción de los factores estudiados.

Factores.	Descripción.	Niveles de Descripción.		Tratamientos y su identificación.
A	Variedades (V)	V1	Loman	V1T
		V2	Tollocan	V1D1
		V3	Soloman	V1D2
B	Dosis del inhibidor de brotación (D)	T	TESTIGO.	V1D3
		D1	2,500ppm	V2T
		D2	5,000ppm	V2D1
		D3	7,500ppm	V2D2
				V2D3
				V3T
				V3D1
				V3D2
				V3D3

Fuente: ICTA, Quetzaltenango, 2012.

8.2.2. Distribución de los tratamientos.

Los tratamientos estuvieron distribuidos en campo de la siguiente manera:

Cuadro 3 Distribución de los tratamientos y repeticiones.

REPETICION I			REPETICION II			REPETICION III			REPETICION IV		
V1T	V2T	V3T	V3T	V2D2	V1D3	V1D3	V3D1	V2T	V2D3	V1D3	V3D3
D1D1	V2D1	V3D1	V3D3	V2T	V1D1	D1T	V3D2	V2D1	D2D2	V1D2	V3D1
V1D2	V2D2	V3D2	V3D1	V2D3	V1T	V1D1	V3T	V2D3	V2D1	V1D1	V3D2
V1D3	V2D3	V3D3	V3D2	V2D1	V1D2	V1D2	V3D3	V2D2	V2T	V1DT	V3T

Fuente: ICTA 2012

8.2.2.1. Unidades experimentales:

Cada unidad experimental fue del tamaño de veinte tubérculos colocados en el material utilizado para el almacenamiento.

8.3. VARIABLES RESPUESTA

8.3.1 Deshidratación:

Para la determinación de esta variable se realizaron pesajes de las unidades experimentales a cada 7 días (semanalmente).

Pérdida de Peso = Peso inicial - peso actual.

8.3.2 Tiempo de brotación:

Se conoció el inicio de la brotación para determinar el máximo de tiempo que los tubérculos pueden almacenarse sin que este desarrolle brote, número de tubérculos brotados y longitud media de los brotes.

8.3.3 Enfermedades:

Se estudió la incidencia de enfermedades que puedan desarrollar los tubérculos durante el almacenamiento, y para esto se realizó un conteo final para determinar el porcentaje de pérdida en peso.

8.3.4. Pruebas de palatabilidad:

Se realizaron pruebas a cada mes para determinar el mantenimiento o cambio de sabor de los tubérculos.

8.3.5. Análisis económico.

Este se efectuó tomando en cuenta el costo del producto inicial como de todo el manejo y tratamiento de los tubérculos almacenados y determinar la rentabilidad del mismo.

8.4. METODOLOGÍA:

El manejo que se le dio fué uniforme a todos los tratamientos, utilizando las mismas condiciones para cada tratamiento.

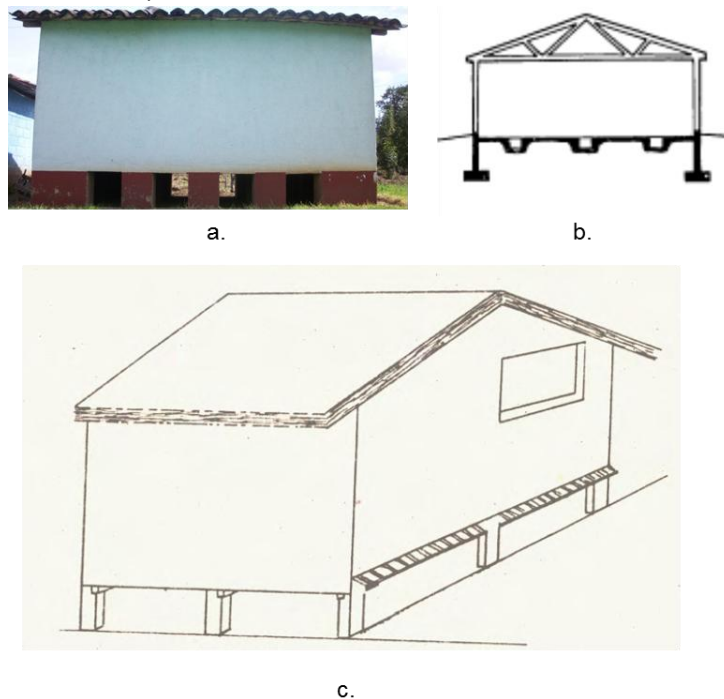
8.4.1. Selección de los materiales a utilizados y aplicación del inhibidor de brotación.

Los materiales utilizados se ubicaron en las áreas productoras de la región en donde se realizó la aplicación al follaje del inhibidor de brotación 4 semanas antes de la defoliación de las parcelas identificadas, y se utilizaron tubérculos de 40 gramos hacia arriba, dejando por un lado aquellos tubérculos deformes, enfermos, dañados y pequeños.

8.4.2. Preparación del espacio experimental:

Debido a que se utilizó una bodega construida en el lugar del experimento únicamente se trabajó la limpieza y reparaciones de techo.

Figura 2 Modelo de la bodega utilizada, a) Vista externa, b) Vista interna, c) Vista lateral.



Fuente: ICTA, Quetzaltenango, 2012.

8.4.3. Preparación de las unidades experimentales:

Para esta actividad se utilizaron arpillas plásticas nuevas para evitar cualquier patógeno.

8.4.4 Montaje del experimento:

Este se llevó a cabo una vez teniendo preparado todos y cada uno de los recursos a utilizar, en el cual se colocaron 20 tubérculos por unidad experimental tomando el peso inicial.

8.4.5 Control de aireación y luz.

Esta se realizó de acuerdo a las condiciones de la infraestructura adecuando a los requerimientos del experimento.

8.4.6 Medición de temperaturas y humedad relativa.

Se tomaron lecturas del local a cada semana para determinar el cambio de los rangos durante el transcurso del experimento.

8.4.7. Toma de datos a cada semana.

Se realizaron mediciones de peso semanalmente para determinar la pérdida de peso que existió durante la investigación, así como también se tomaron lecturas semanalmente en donde se observó el desarrollo de la brotación e incidencia de plagas y enfermedades.

8.4.9. Análisis económico:

Este se realizó tomando en cuenta el costo del producto inicial como de todo el manejo y tratamiento de los tubérculos almacenados.

8.4.10. Tabulación informe final:

La información fué tabulada mediante hojas de cálculo y analizada a través de estadística descriptiva e inferencial, las proyecciones y pronósticos con base a criterios de expertos quienes han desarrollados investigaciones en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-

El Análisis estadístico de varianza (ANDEVA) para el arreglo en parcelas divididas A x B; si existía diferencia, comparación de medias con pruebas de Tukey nivel de significancia al 0.01 y 0.05 de nivel de significancia para las variables en estudio, los resultados de la comparación de medias se presentan en una tabla identificando con letras diferentes a las medias que difieren significativamente.

IX. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

9.1 DESHIDRATACIÓN:

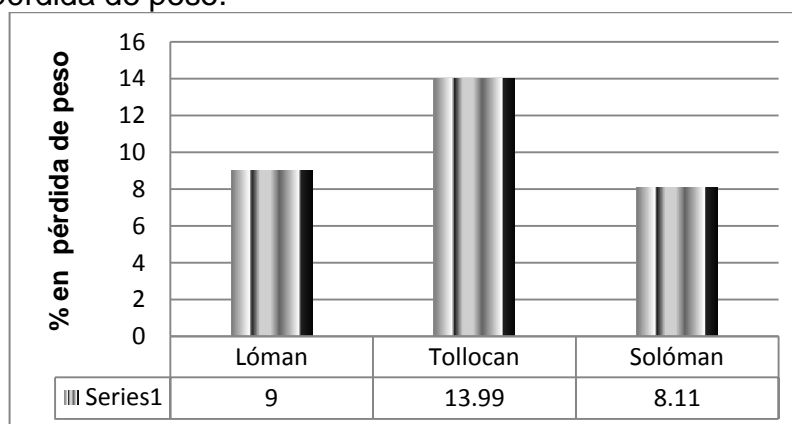
Cuadro 4 Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	7,15	2	3,57	305,94	<0,0001
Dosis	0,01	3	3,4E-03	0,29	0,8325
Interacción AXB	0,13	6	0,02	1,87	0,1124
Error	0,42	36	0,01		
Total	7,71	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- En el ANDEVA observamos que en el factor variedades existió diferencia altamente significativa, lo que demuestra que al menos una de las variedades perdió más peso por deshidratación en comparación con las otras variedades, (ver cuadro 10 del anexo).
- Con relación al factor dosis, no existió diferencia estadística, ya que las aplicaciones de hidracida maleica en cualquier dosis de las evaluadas no establece una diferencia en la pérdida de peso por deshidratación en almacenamiento de los tubérculos, de igual manera observamos una nula interacción entre factores.

Figura 3 Comparación de medias que muestra el factor variedades en la pérdida de peso.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la prueba de discriminación de medias las tres variedades tuvieron resultados diferentes en cuanto a pérdida de peso, observándose que la variedad Solóman es la que menor porcentaje perdió con 8.11%, seguida de la variedad Lóman con 9.00%, lo que marca la diferencia estadística con la variedad Tollocan, que perdió un 13.99%.

9.2 TIEMPO DE BROTAÇÃO:

9.2.1 PORCENTAJE DE BROTAÇÃO SEMANA 11.

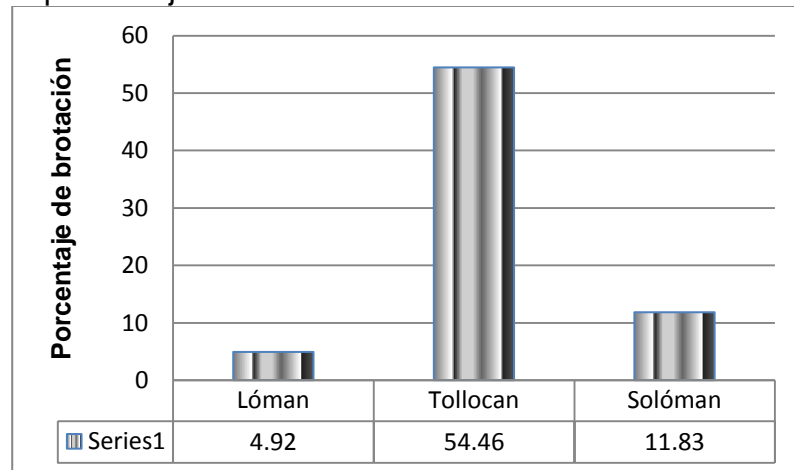
Cuadro 5 Análisis de varianza del porcentaje brotación hasta la semana 11 de almacenamiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	233,57	2	116,78	119,23	<0,0001
Dosis	54,10	3	18,03	18,41	<0,0001
Interacción AXB	10,66	6	1,78	1,81	0,1238
Error	35,26	36	0,98		
Total	333,59	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- El análisis anterior nos demuestra que para el factor variedades, existe diferencia altamente significativa, lo que expresa que hasta la semana once al menos en una de las variedades se obtiene diferencia en brotación respecto a las demás, (ver cuadro 16 del anexo).
- Con relación al factor B, se determino que existió diferencia altamente significativa, demuestra que una de las dosis evaluadas ejerce diferencia en el porcentaje de brotación de los tubérculos, (ver cuadro 17 del anexo), no se encontró ninguna interacción entre factores.

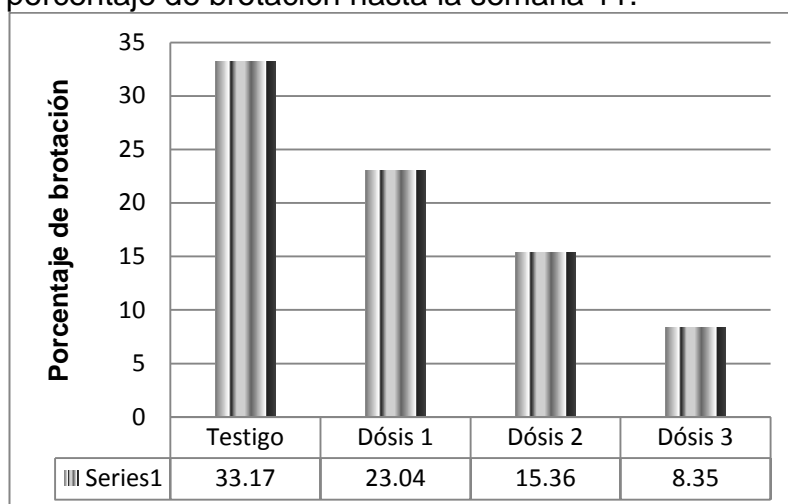
Figura 4 Comparación de medias para el factor variedades que muestra el porcentaje de brotación hasta la semana 11.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la prueba de discriminación de medias se observa claramente que la variedad Lóman presentó menor porcentaje de brotación, seguida de la variedad Solóman. La Tollocan con un porcentaje alto.

Figura 5 Comparación de medias del factor dosis determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Como se demuestra en la prueba de discriminación de medias las tres dosis se comportaron diferentes, observándose que la más alta disminuyó el porcentaje de brotación, y se evidencia que la aplicación del inhibidor de brotación en cualquier dosis determina la reducción del porcentaje de brotación hasta la semana once.

9.2.1.1. BROTAÇÃO HASTA LA SEMANA 13.

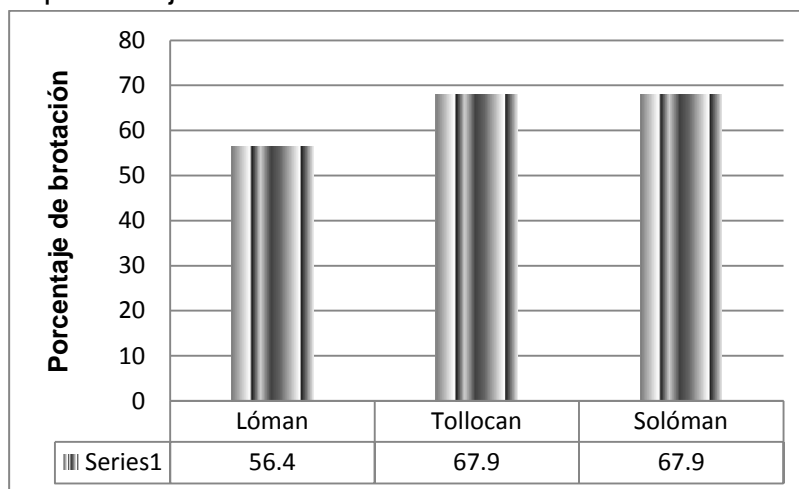
Cuadro 6 Análisis de varianza del porcentaje brotación hasta la semana 13 de almacenamiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	14,33	2	7,16	14,13	<0,0001
Dosis	4,03	3	1,34	2,65	0,0634
Interacción AXB	3,82	6	0,64	1,26	0,3023
Error	18,25	36	0,51		
Total	40,43	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- Hasta la semana trece de almacenamiento se observa que en el factor variedades existe diferencia altamente significativa, lo que indica que al menos en una de las variedades existe disminución en la brotación en forma distinta a las otras variedades, (ver cuadro 18 del anexo).
- Con respecto al factor B, no existió diferencia estadística, lo que muestra que hasta la semana trece el inhibidor de brotación no ejerce diferencia en el porcentaje de brotación. Se observa que no existe interacción positiva de factores hasta la semana trece de almacenamiento.

Figura 6 Comparación de medias para el factor variedades que muestra el porcentaje de brotación hasta la semana 13.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la prueba de discriminación de medias se demuestra que dos variedades se comportaron iguales en la brotación y se observa que la variedad Lóman hasta la semana trece, presenta una diferencia en comparación a las demás y en las tres variedades se eleva el porcentaje en relación a la semana 11.

9.2.2. PESO DE BROTES EN GRAMOS.

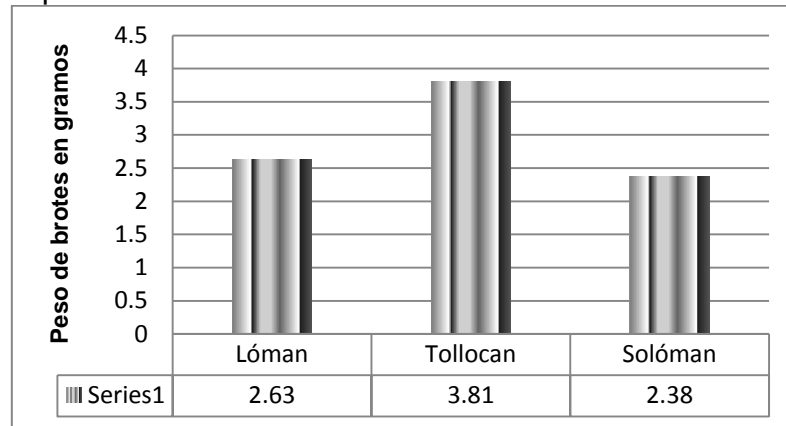
Cuadro 7 Análisis de varianza del peso de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	18,88	2	9,44	13,73	<0,0001
Dosis	54,06	3	18,02	26,21	<0,0001
Variedades*Dosis	45,13	6	7,52	10,94	<0,0001
Error	24,75	36	0,69		
Total	142,81	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- Se observa en el ANDEVA que para el factor variedades existió diferencia altamente significativa, lo que nos demuestra que al menos una de las variedades demuestra reducción en el peso de brotes, (ver cuadro 20 del anexo).
- Con relación al factor B. se observa que existió diferencia altamente significativa, esto manifiesta que una de las dosis difiere en cuanto al peso de brotes, así mismo se observa que existió diferencia altamente significativa en la interacción de factores, (ver cuadro 21 y 22 del anexo).

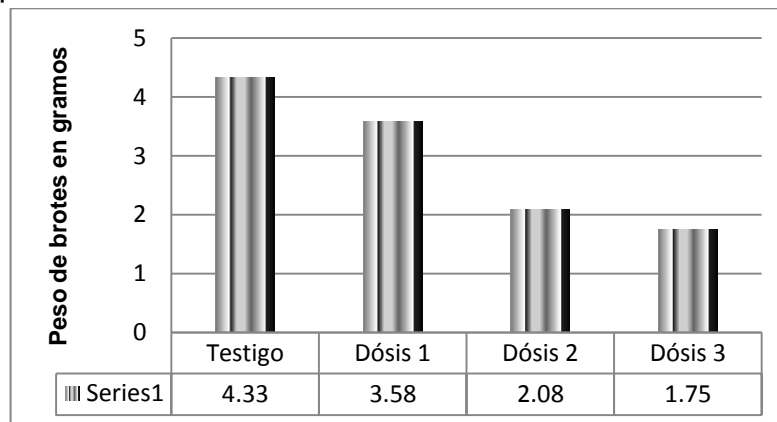
Figura 7 Comparación de medias para el factor variedades que muestra el peso de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Como se observa en la prueba de discriminación de medias las tres variedades obtuvieron resultados diferentes en cuanto al peso de brotes, donde la variedad Solóman con una media de 2.38 grs, Lóman 2.63 grs y la Tollocan que es la que mayor peso en gramos obtuvo con una media de 3.81 grs.

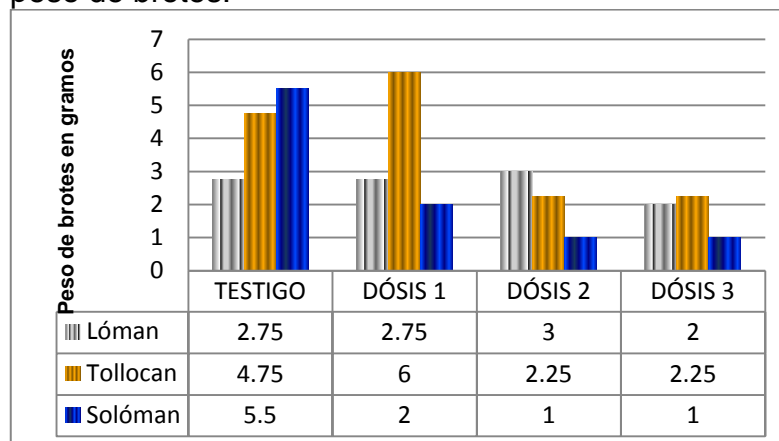
Figura 8 Comparación de medias del factor dosis determinada por el peso de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Con relación a las dosis observamos que las cuatro dosis muestran resultados diferentes en cuanto al peso de brotes, lo que demuestra que el inhibidor de brotación aplicado en cualquier cantidad reduce el peso de los brotes y la dosis más alta es la que obtuvo menor peso de brotes (Dosis 3) con 1.75 grs.

Figura 9 Comparación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en el peso de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la interacción de factores la variedad Solóman con las dosis dos y tres obtuvo una reducción en el peso de brotes y es diferente a las demás combinaciones.

9.2.3. CANTIDAD DE BROTES

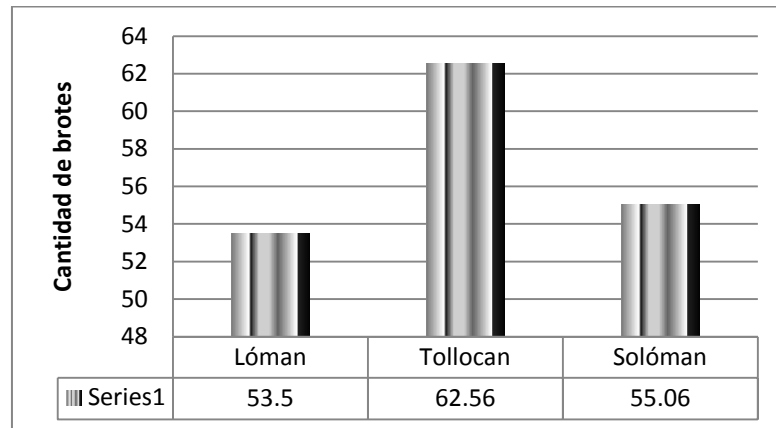
Cuadro 8 Análisis de varianza de la cantidad de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	751,04	2	375,52	4,13	0,0242
Dosis	1394,42	3	464,81	5,11	0,0047
Interacción AXB	1420,96	6	236,83	2,61	0,0335
Error	3271,50	36	90,88		
Total	6837,92	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- En el ANDEVA anterior, se observa que en el factor variedades existió diferencia significativa, lo que representa que al menos una de las variedades obtuvo una disminución en la cantidad de brotes en forma distinta a las demás, (ver cuadro 24 del anexo).
- Con relación al factor B. Se puede observar que existió diferencia altamente significativa, muestra que una dosis de las evaluadas evidencia la reducción en la cantidad de brotes, se observa diferencia significativa en la interacción de una de las variedades con una de las dosis de inhibidor de brotación, (ver cuadro 25 y 26 del anexo).

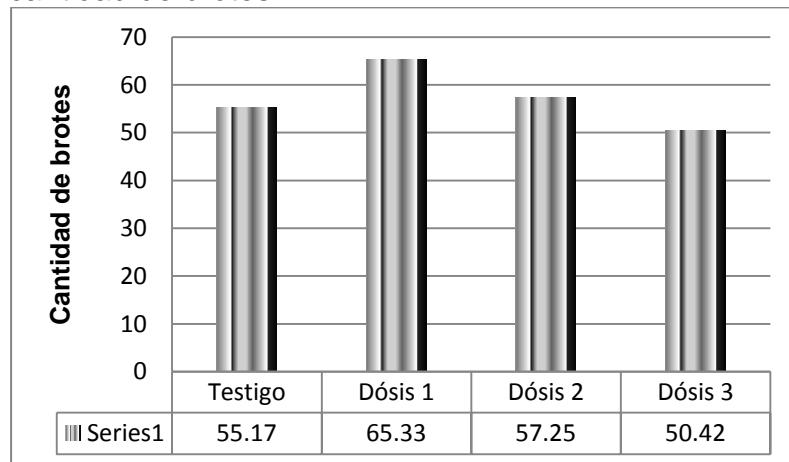
Figura 10 Comparación de medias para el factor variedades que muestra la cantidad de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En cuanto al análisis de discriminación de medias se determina que la variedad Lóman muestra la media más baja con 53.50 brotes, lo que la hace ser diferente y con mejores resultados por la menor cantidad de brotes con relación a las otras variedades.

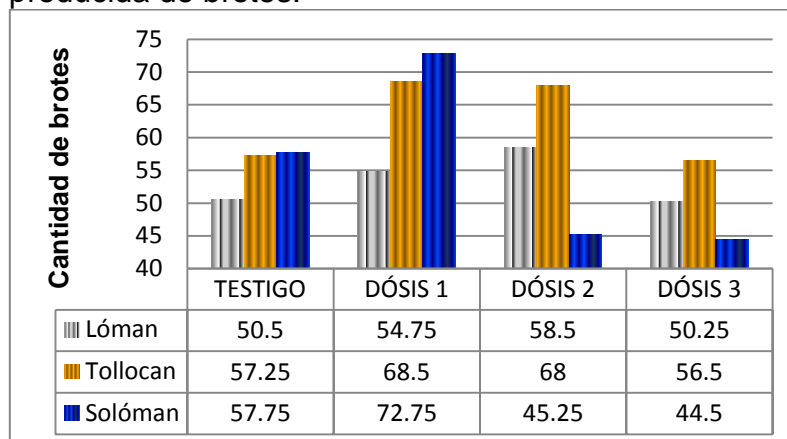
Figura 11 Comparación de medias del factor dosis determinada por la cantidad de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En cuanto a las dosis evaluadas observamos que con la dosis 3 se reduce notablemente la cantidad de brotes y se observa la media más baja en relación a las demás.

Figura 12 Comparación de medias en la interacción, variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la cantidad producida de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la interacción de factores la variedad Solóman con las dosis 2 y 3 tienen una media baja respecto a la dosis 1, lo que nos indica que la interacción de estas disminuye la cantidad de brotes en los tubérculos almacenados.

9.2.4. LONGITUD MEDIA DE BROTES.

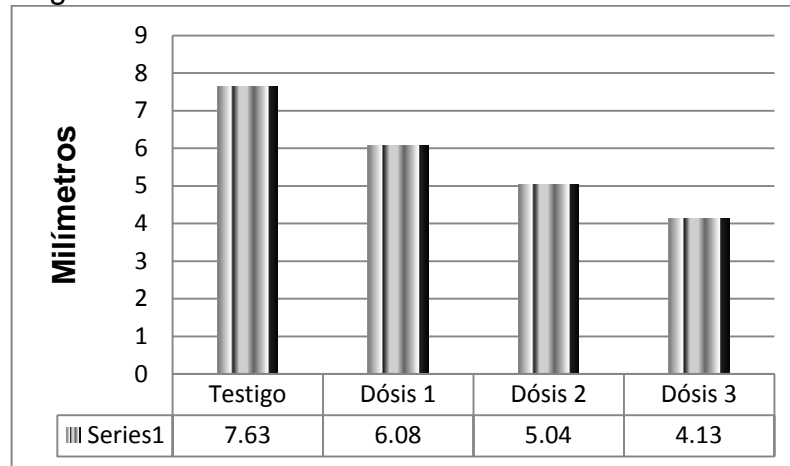
Cuadro 9 Análisis de varianza de la longitud media de brotes de tres variedades de papa y tres dosis de inhibidor de brotación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedades	4,03	2	2,02	2,56	0,0911
Dosis	81,18	3	27,06	34,41	<0,0001
Interacción AXB	22,93	6	3,82	4,86	0,0010
Error	28,31	36	0,79		
Total	136,45	47			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

- En el ANDEVA el factor variedades se observa que no existe diferencia estadística, lo que nos indica que la variedad no es un factor determinante en la longitud de brotes.
- Para el factor B. Se puede observar que existió diferencia altamente significativa, lo que demuestra que una de las dosis evaluadas determina la reducción de la longitud de brotes, de igual manera observamos que en la interacción de factores, se obtiene una diferencia altamente significativa, una de ellas se combinan positivamente para reducir la longitud de brotes, (ver cuadro 28 y 29 del anexo).

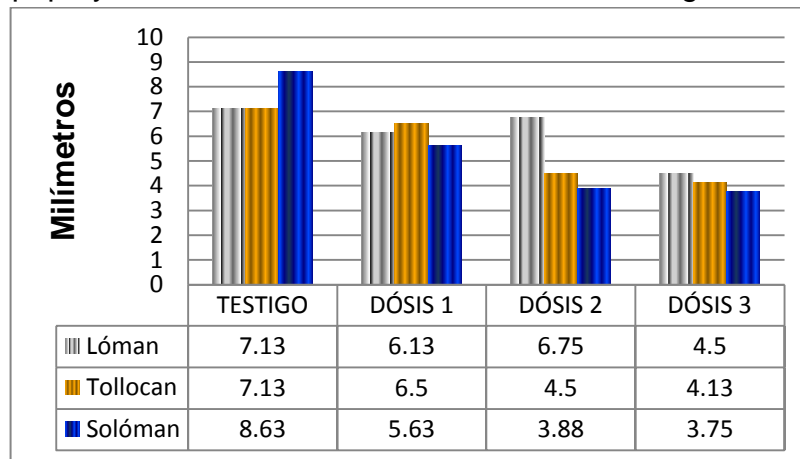
Figura 13 Comparación de medias del factor dosis determinada por la longitud media de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Con relación a las dosis evaluadas observamos que cualquier dosis aplicada determina la disminución de longitud de brotes, vemos que la dosis tres es la que mayor influyó en la disminución ya que es la que registra la media más baja en esta variable.

Figura 14 Comparación de medias en la interacción, variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la longitud de brotes.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Con relación a la interacción entre observamos que la combinación entre las dosis más altas entre las variedades Solóman y Tollocan, disminuye la longitud de brotes.

9.3 ENFERMEDADES:

Se estudió la incidencia de enfermedades y se determinó que la clasificación adecuada de los tubérculos previa al almacenamiento es importante para asegurar la buena conservación del producto, por lo que las tres variedades evaluadas se conservaron libres de patógenos.

9.4. PRUEBAS DE PALATABILIDAD:

Se realizaron pruebas a cada mes para determinar el mantenimiento de calidad de los tubérculos en el que se evaluó, sabor, apariencia fresca, consistencia tierna, textura interna y color de la pulpa.

Es importante mencionar que para esta actividad los tubérculos fueron cocinados naturalmente sin ningún condimento que pudiera alterar cada uno de los componentes de calificación, de igual manera se considera que estos valores serían diferentes si las pruebas de palatabilidad se realizarían a través de fritura y otros tipos de preparación.

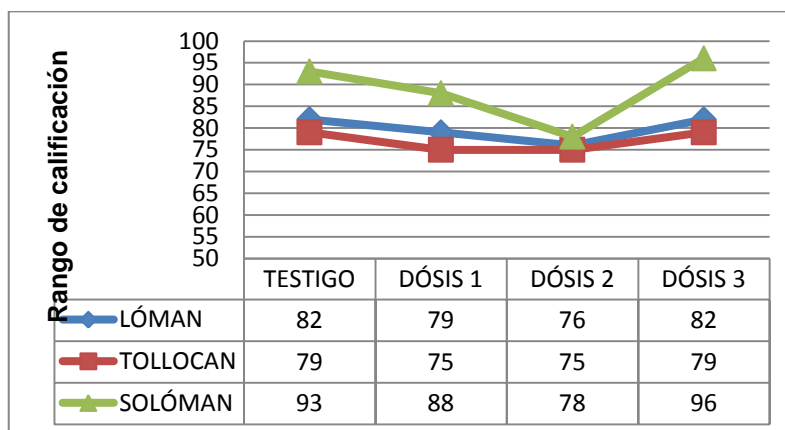
Cuadro 10 Componente de calificación para definir la palatabilidad durante el almacenamiento.

NO.	CALIFICACIÓN	RANGO.
1	EXCELENTE	90 – 100
2	BUENO	80 - <90
3	INTERMEDIO	60 - <80
4	MALO	50 - <60
5	MUY MALO	< 50

Fuente: ICTA 2012

9.4.1. PRIMER MES.

Figura 15 Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el primer mes de investigación.



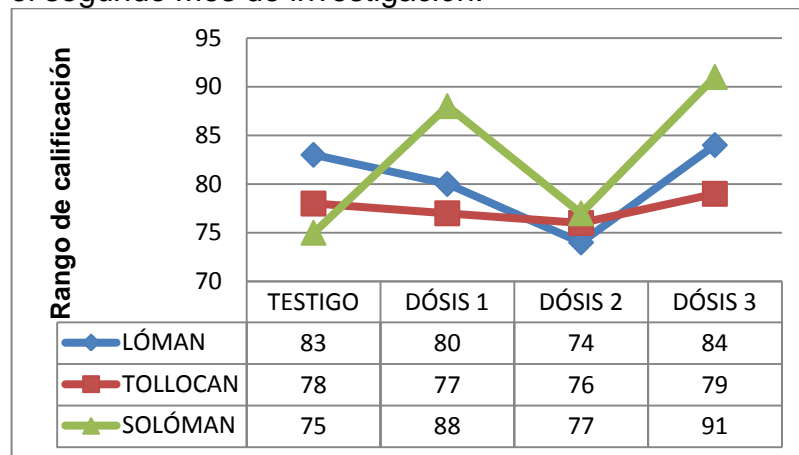
Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Al analizar la calificación que han obtenido las variedades según la boleta de palatabilidad (ver anexo) las tres variedades se encuentran en un rango intermedio a bueno.

En la calificación Intermedio las variedades Lóman y Tollocan, la variedad Solóman se encuentra con mayor puntuación teniendo dos tratamientos en el rango bueno, la variedad Tollocan en el mismo rango y menor puntuación y en el rango bueno sobresale la variedad Solóman marcando dos tratamientos en el rango excelente.

9.4.2. SEGUNDO MES.

Figura 16 Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el segundo mes de investigación.



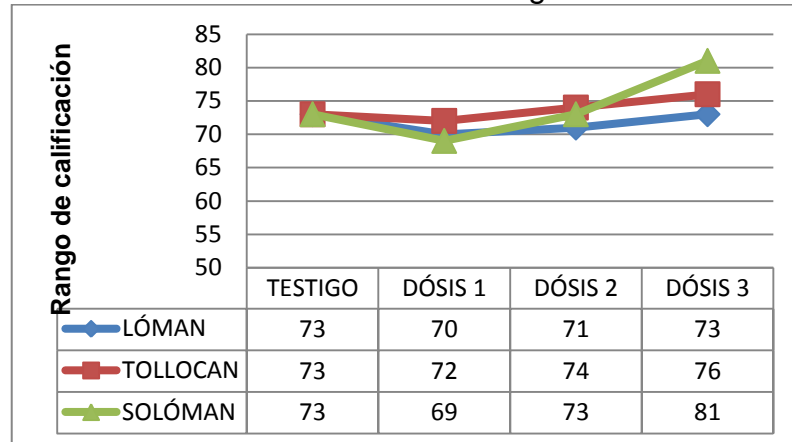
Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En el segundo mes de la calificación según la boleta de palatabilidad (ver anexo) las tres variedades continúan estando en un rango intermedio a bueno.

En la calificación intermedio las tres variedades presentan tratamientos, pero se destaca que las variedades Lóman y Solóman presentan dos tratamientos de cada una en el rango bueno, sobresaliendo con mayor calificación la variedad Solóman, manteniendo sus mejores condiciones de palatabilidad en referencia a las otras.

9.4.3. TERCER MES.

Figura 17 Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el tercer mes de investigación.

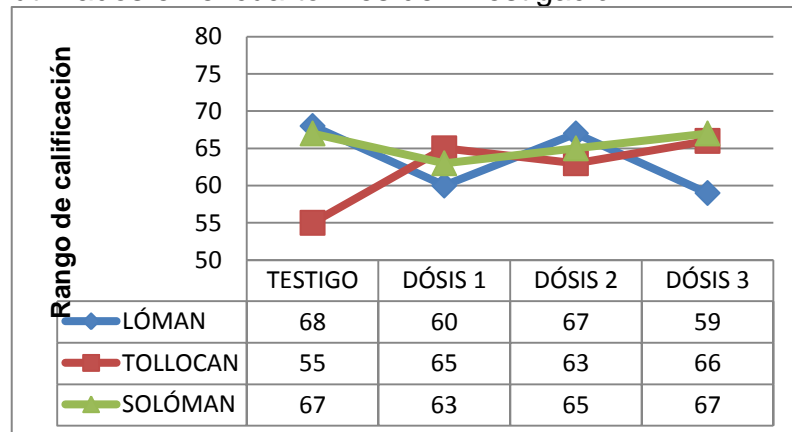


Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

La calificación obtenida en el tercer mes de evaluación según la boleta de palatabilidad (ver anexo) las tres variedades Solóman, Lóman y Tollocan se encuentran en un rango intermedio, no se registran distancias representativas entre cada tratamiento.

9.4.4. CUARTO MES.

Figura 18 Comparación de palatabilidad de los tratamientos utilizados en el cuarto mes de investigación.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En el mes cuatro de evaluación las tres variedades siguen manteniéndose en el rango intermedio en su mayoría de tratamientos, del cual se observa que a medida que pasa el tiempo las características de palatabilidad disminuye, las tres variedades presentan calificaciones y comportamientos similares en el rango intermedio con la presencia de algunos tratamientos en el rango malo.

9.5. Análisis económico.

Este se efectuó tomando en cuenta el costo del producto inicial así como todo el manejo y tratamiento de los tubérculos almacenados para determinar la rentabilidad del mismo, para esto se tomo como referencia la variedad Lóman que es la más comercial y se asume que serían los mismos para la variedad Solóman ya que comparten características similares en el mercado.

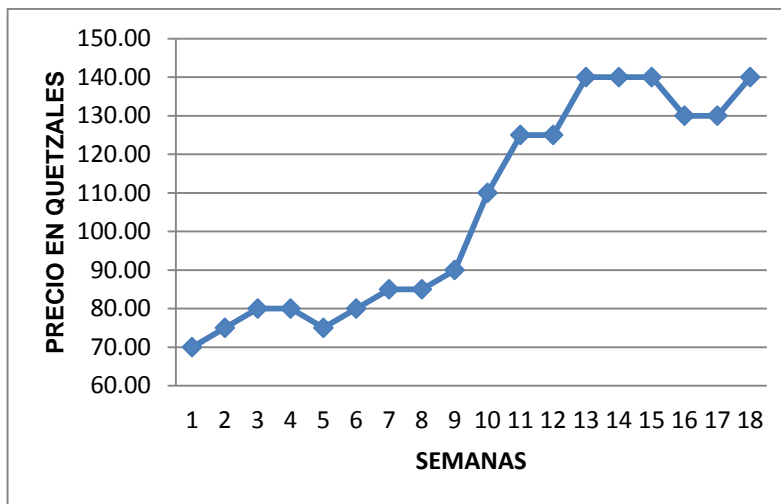
PRECIOS SEMANALES DE PAPA VARIEDAD LOMAN.

Cuadro 11 Componente de precios registrados durante los cuatro meses de la investigación.

MESES	OCTUBRE 2,012		NOVIEMBRE 2,012					DICIEMBRE 2,012				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
PRECIO Q/qq	70,00	75,00	80,00	80,00	75,00	80,00	85,00	85,00	90,00	110,00	125,00	
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
MESES	ENERO 2,013				FEBRERO 2,013							
	12	13	14	15	16	17	18					
PRECIO Q/qq	125,00	140,00	140,00	140,00	130,00	130,00	140,00					
Semanas	12	13	14	15	16	17	18					

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Figura 19 Comportamiento de precios de papa de variedad Lóman durante la investigación.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la figura 19 observamos el comportamiento de los precios de papa durante los cuatro meses que se realizó la investigación, se observa que al momento de la cosecha el precio en el mercado se encuentra en setenta quetzales por quintal (Q. 70.00/qq) y al momento de finalizar el período de

almacenamiento el precio alcanzó ciento cuarenta quetzales por quintal (Q. 140.00/qq).

Cuadro 12 Componente de costo de almacenamiento de 100 quintales de papa en almacenamiento por cuatro meses.

Requerimiento	Unidad de Medida.	Cantidad	Costo Unit. Q.	Costo de Lóman y Solóman	Tollocan
				Total Q.	Q.
Alquiler de bodega.	Mensual	4	240,00	960,00	960,00
Aplicación del inhibidor de Brotación.	Jornal	1	60,00	60,00	60,00
Tubérculos de Papa.	Quintal.	100	70,00	7000,00	5250,00
Inhibidor brotación.	300	1	400,00	400,00	400,00
Monitoreo de bodega y producto.	Jornal.	4	60,00	240,00	240,00
TOTAL				8660,00	6910,00

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

VIABILIDAD ECONOMICA: Para observar la viabilidad económica del almacenamiento de los tubérculos, utilizando inhibidores de brotación en una bodega rústica, se trabajó el costo de producción del proceso.

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{INGRESO BRUTO} - \text{COSTO DE PRODUCCION}}{\text{COSTO DE PRODUCCION}} \times 100$$

RENTABILIDAD DE LA VARIEDAD LÓMAN.

$$\frac{12,740 - 8,660}{8,660} \times 100 = 47.11 \%$$

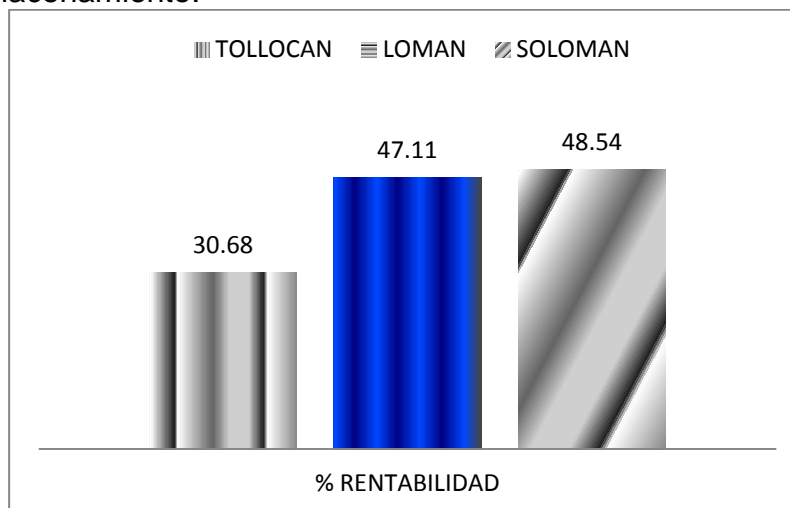
Al analizar la rentabilidad del tratamiento y del proceso de almacenamiento encontramos una rentabilidad económica positiva en cada una de las variedades.

Cuadro 13 Componente de datos para determinar la rentabilidad del producto almacenado.

ACTIVIDAD	PRECIO Q.	%	TOTAL Q.	RENTAB. %
Costo del tratamiento Loman y Soloman			8660,00	
Costo del tratamiento Tollocan			6910,00	
Ingresos por venta a la semana 18 variedad Loman	140	91	12740,00	47,11
Ingresos por venta a la semana 18 variedad Soloman	140	91,88	12863,20	48,54
Ingresos por venta a la semana 18 variedad Tollocan	105	86	9030,00	30,68

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Figura 20 Comparación de rentabilidad del producto después de cuatro meses en almacenamiento.



Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

En la figura anterior observamos la rentabilidad de los productos después de cuatro meses en almacenamiento tomando en cuenta el porcentaje de pérdida de peso. Podemos observar que las variedad Solóman tiene un 48.54% de rentabilidad seguida de la variedad Lóman con 47,11% y por último la variedad Tollocan con un 30.68% por lo que observamos que las tres variedades son rentables en este proceso a los cuatro meses de almacenamiento.

X. CONCLUSIONES

- La dosis de inhibidor de brotación que prolonga más tiempo la calidad de los tubérculos en almacenamiento es la dosis tres (7,500 ppm), se acepta la hipótesis uno.
- La variedad Solóman presenta tubérculos de mejor calidad; menor deshidratados, menor peso y longitud de brotes, siempre fué superior a las otras variedades en cuanto a palatabilidad durante en los primeros dos meses, se acepta la hipótesis dos.
- En las diferentes interacciones que se dieron entre variedades y dosis de inhibidor de brotación, algunas fueron positivas, dentro de la que destaca la variedad Solóman y la dosis dos y tres, seguida de la Lóman y por último la Tollocan, se acepta la hipótesis tres.
- La viabilidad económica del almacenamiento de tubérculos después de cuatro meses, en las tres variedades se obtiene una rentabilidad económica, destacando las variedades Solóman y Lóman que reportaron una rentabilidad arriba del 47%, se acepta la hipótesis cuatro.
- En la prueba de palatabilidad en donde se evaluó, sabor, apariencia fresca, consistencia tierna, textura interna y color de la pulpa, las tres variedades, Lóman, Tollocan y Solóman se encontraron dentro de un rango que varió de Intermedio a bueno, sobresaliendo en esta evaluación la variedad Solóman en los primeros dos meses, y después de tres meses se observa una baja en la calificación y se determina que la aplicación del inhibidor de brotación no mantiene las condiciones de palatabilidad. Se rechaza la hipótesis cinco.
- El máximo de tiempo para prolongar la brotación en los tubérculos se alcanza en la semana 11, se considera que se encuentran las condiciones óptimas de tubérculos almacenados para su consumo, ya que los niveles de brotación son bajos y las condiciones de palatabilidad en el mes tres se reducen, se rechaza la hipótesis seis.

XI. RECOMENDACIONES

11.1. Al sistema nacional de investigación.

- Realizar otras investigaciones utilizando dosis más altas del inhibidor de brotación, ya que en la presente investigación la más alta únicamente alcanza la mitad de la dosis permitida en alimentos por la OMS, (hasta 15,000 ppm).
- Para obtener una mejor rentabilidad en el almacenamiento se recomienda utilizar las variedades Solóman y Lóman, aunque se deberían investigar otras materiales (variedades).
- En investigaciones futuras realizar pruebas de palatabilidad del producto almacenado con otro tipo de preparación ya que únicamente se evaluó la preparación de forma natural (hervidas).

11.2. Al sector productivo.

- Utilizar las variedades Solóman y Lóman para almacenamiento ya que estas presentan mejores resultados en interacción positiva con las dosis más altas de inhibidor ya que sobresalen en varios aspectos del estudio.
- Realizar una clasificación adecuada de los tubérculos previa al almacenamiento para evitar daños de patógenos que causan enfermedades.

XII. BIBLIOGRAFÍA.

1. BANSE, J. 1980. Técnicas de Almacenamiento de Papas. Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA), Estación Experimental Carillanca. Temuco. Boletín Técnico N° 34. 21 p.
2. CALDIZ D.O., L. V. FERNÁNDEZ, F. MARCO & A. CLÚA. 1997. Efectos de la hidrazida maleica sobre el rendimiento, contenido de materia seca y brotación en papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta) destinada al consumo fresco. 163-173pp.
3. CIP 1,999, Revista Latinoamericana de la papa, 164-172 pp.
4. FAO 2,011, Caracterización morfológica y agronómica de variedades criollas, mejoradas e industriales de papa *Solanum tuberosum*. 23-53pp
5. FAO 2,010, Recetario de Platos Tradicionales del Altiplano Marquense, LA PAPA Un alimento con tradición, nutrición y sabor. 81 p.
6. FAO/OMS 1,999, Documento de Orientación para la adopción de decisiones, Hidrazida Maleica, 1-6pp.
7. FRANCO RIVERA, JULIO A. 2,002. El Cultivo de la papa en Guatemala, (*Solanum tuberosum* L.). 52 pág.
8. GÓMEZ, J. 2002. Información general de la papa en Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Normas y Regulaciones.
9. GUATEMALA, C.A. 1989. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Folleto, Almacenamiento de Papa para consumo. 31 p.
10. HOLDRIDGE, L. R. 1959. Zonificación Ecológica de América Central, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
11. http://www2.maga.gob.gt/portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/el_agro_en_cifras_2011.pdf.
12. INIA, Manual de Producción de Papa para la Agricultura Familiar Campesina (A.F.C.) 147-160 pp.
13. INSIVUMEH 2,006, Sección de climatología. Región Quetzaltenango.
14. PATRICIO MÉNDEZ L. y JUAN INOSTROZA F. 2,009, INIA Carillanca Almacenaje de papa. 87-106 pp.

15. REVISTA AGRONEGOCIOS, El Mercado de la Papa, Guatemala, Marzo 2,009. 5-11pp.
16. SIMMONS C.S. & TARANO J. M. 1969. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Ed. José Pineda Ibarra.
17. TODOPAPA.COM.AR HIDRAZIDA MALEICA – Inhibidor de la brotación para la PAPA

XIII. ANEXOS.

Cuadro 1 Boleta de recolección de datos para la investigación.



EFFECTO DE TRES DÓISIS DE UN INHIBIDOR DE BROTAÇÃO Y UN TESTIGO, SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE TUBÉRCULOS DE CUATRO VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PARA CONSUMO HUMANO, BAJO LAS CONDICIONES DE UNA BODEGA ARTESANAL, EN LA LOCALIDAD DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, QUETZALTENANGO.



Nombre del responsable: _____

REPETICION: _____

Fecha.	No Sem.	Tratamientos												Variables.	Cond. De Alm.		Observaciones
		V1T	V1D1	V1D2	V1D3	V2T	V2D1	V2D2	V2D3	V3T	V3D1	V3D2	V3D3		T°.	H ^e R	
														Peso			
														Brotes			
														Enferm			
														Peso			
														Brotes			
														Enferm			
														Peso			
														Brotes			
														Enferm			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,012

Cuadro 2 Boleta de pruebas de palatabilidad utilizada en la investigación.

BOLETA DE PALATABILIDAD.



EFFECTO DE TRES DÓISIS DE UN INHIBIDOR DE BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS EN ALMACENAMIENTO, DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PARA CONSUMO HUMANO, EN CONDICIONES DE BODEGA RÚSTICA, EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS, QUETZALTENANGO.



VARIEDAD: _____ FECHA: _____

MUESTRA.	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts).	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 Pts).	Color de pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).
TESTIGO						
DÓISIS 1						
DÓISIS 2						
DÓISIS 3						

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,012.

ESCALA DE PUNTUACION: EXCELENTE: 90-100 PTS. BUENO: 80<90 PTS, INTERMEDIO: 60<80 PTS, MALO: 50<60 PTS, MUY MALO:<50 PTS.

Cuadro 3 Boleta utilizada en la investigación y registros de condiciones de temperatura, humedad y precios de la papa.

BOLETA DE HUMEDAD, TEMPERATURA Y PRECIOS.



EFFECTO DE TRES DÓISIS DE UN INHIBIDOR DE BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS EN ALMACENAMIENTO, DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PARA CONSUMO HUMANO, EN CONDICIONES DE BODEGA RÚSTICA, EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS, QUETZALTENANGO.



Nombre del responsable: _____

FECHA:	% HUMEDAD		TEMPERATURA (°C).		PRECIOS DE PAPA/qq
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,012.

Cuadro 4 Registros de humedad, temperatura y precios durante la investigación.

FECHA:	% HUMEDAD		TEMPERATURA (°C).		PRECIOS DE PAPA/qq
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
20/10/12	67	57	21.1	19	70.00
27/10/12	84	57	21.1	10.8	75.00
30/10/12	87	66	19.1	17.4	
31/10/12	85	76	18.4	16.7	
02/11/12	91	57	21.1	10.8	80.00
05/11/12	90	81	19.3	16.0	
06/11/12	92	79	21.1	16.4	
07/11/12	79	71	18.8	17.0	
09/11/12	73	46	24.9	12.7	80.00
12/11/12	82	46	24.9	10.1	
13/11/12	72	55	18.5	13.7	
14/11/12	70	48	18.3	12.4	
15/11/12	70	53	18.5	10.4	
16/11/12	76	69	18.00	14.4	75.00
19/11/12	70	66	22.4	15.6	
21/11/12	68	35	19.2	7.4	
23/11/12	77	45	12.2	8.6	80.00
26/11/12	77	43	18.5	8.4	
27/11/12	70	43	19.0	7.8	
28/11/12	70	44	18.7	13.5	
29/11/12	78	59	19.7	11.3	
30/11/12	74	59	18.1	11.1	85.00
03/12/12	77	57	18.2	10.2	
04/12/12	79	60	16.7	9.7	
05/12/12	74	65	16.4	12.5	
06/12/12	74	60	17.0	13.2	
07/12/12	66	60	16.4	15.2	85.00
10/12/12	75	41	18.4	6.6	
12/12/12	83	56	18.3	10.1	
13/12/12	70	56	18.4	12.4	
14/12/12	58	51	18.1	15.7	90.00
17/12/12	73	35	19.7	8.0	
19/12/12	78	44	18.9	8.0	

20/12/12	76	51	16.8	7.5	
21/12/12	69	37	18.5	11.4	110.00
26/12/12	75	37	19.3	7.5	
27/12/12	71	45	19.9	8.8	
28/12/12	73	44	18.3	9.3	125.00
03/01/13	80	44	19.9	9.3	
04/01/13	70	49	19.1	12.2	125.00
08/01/13	75	49	19.6	12.1	
09/01/13	80	35	21.8	12.7	
11/01/13	75	45	19.3	10.9	140.00
12/01/13	79	34	21.00	10.1	
13/01/13	85	56	20.8	11.6	
17/01/13	90	47	19.8	9.9	
18/01/13	76	56	17.4	9.7	140.00
19/01/13	84	48	18.0	11.1	
20/01/13	77	59	18.5	10.6	
24/01/13	86	51	19.5	10.3	
25/01/13	76	49	18.5	9.7	140.00
27/01/13	79	37	18.9	11.2	
28/01/13	88	53	19.0	12.2	
01/02/13	82	48	19.2	9.2	130.00
05/02/13	89	53	19.8	10.5	
08/02/13	90	56	17.6	8.9	
11/02/13	87	66	18.1	9.8	
12/02/13	81	65	19.0	12.3	
13/02/13	86	43	18.2	11.1	
15/02/15	89	29	21.4	8.4	130.00
18/02/13	89	35	20.1	9.2	
21/02/13	84	44	22.0	9.7	
22/02/13	89	27	21.4	8.4	140.00

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 5 Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición I)

No de Semana.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
0	1347	1285	1506	1524	2328	2760	2499	2516	1750	1738	2009	2235
2	1316	1247	1465	1484	2247	2667	2414	2433	1719	1706	2002	2184
3	1305	1236	1453	1472	2222	2635	2385	2405	1709	1696	1987	2165
4	1299	1230	1447	1466	2203	2612	2367	2385	1703	1690	1979	2154
5	1290	1223	1437	1456	2182	2586	2345	2361	1689	1681	1966	2140
6	1279	1216	1425	1443	2158	2557	2321	2336	1680	1669	1950	2120
7	1276	1212	1423	1441	2150	2548	2313	2328	1678	1668	1948	2118
8	1273	1209	1420	1438	2139	2530	2300	2315	1675	1665	1942	2111
9	1269	1206	1415	1434	2127	2516	2290	2304	1671	1660	1938	2106
10	1264	1201	1411	1430	2116	2501	2277	2289	1668	1656	1931	2097
11	1262	1200	1409	1428	2106	2489	2269	2281	1665	1655	1930	2096
12	1257	1195	1403	1422	2094	2473	2253	2264	1658	1649	1920	2086
13	1253	1193	1400	1420	2083	2460	2244	2252	1654	1645	1916	2081
14	1252	1189	1397	1418	2077	2451	2235	2244	1650	1642	1913	2076
15	1241	1180	1386	1406	2052	2420	2208	2219	1635	1628	1896	2058
17	1232	1172	1372	1395	2030	2395	2184	2192	1620	1614	1878	2037
18	1227	1168	1366	1386	2018	2376	2171	2179	1612	1607	1872	2031
	120	117	140	138	310	384	328	337	138	131	137	204
	8,91	9,11	9,30	9,06	13,32	13,91	13,13	13,39	7,89	7,54	6,82	9,13

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 6 Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición II)

No de Semana.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
0	1632	1463	1430	1270	2302	3079	2135	2287	2106	2256	1735	2016
2	1586	1423	1390	1236	2225	2947	2071	2182	2048	2211	1695	1973
3	1571	1411	1378	1227	2200	2922	2048	2183	2028	2191	1683	1958
4	1563	1403	1370	1221	2182	2894	2032	2163	2021	2181	1675	1949
5	1548	1393	1361	1213	2161	2851	2010	2141	2009	2166	1664	1934
6	1543	1386	1353	1206	2139	2841	1990	2125	1993	2149	1651	1921
7	1538	1382	1350	1203	2130	2824	1983	2114	1992	2146	1648	1918
8	1533	1376	1345	1199	2119	2802	1972	2098	1990	2142	1646	1913
9	1528	1373	1340	1195	2109	2788	1962	2086	1984	2137	1641	1909
10	1522	1368	1335	1191	2096	2771	1949	2074	1978	2129	1635	1902
11	1520	1366	1334	1190	2088	2760	1942	2064	1977	2127	1633	1900
12	1514	1362	1329	1185	2076	2742	1929	2052	1970	2118	1627	1893
13	1506	1358	1323	1182	2063	2725	1916	2038	1965	2112	1624	1885
14	1505	1356	1322	1181	2057	2715	1911	2031	1960	2107	1618	1882
15	1492	1344	1309	1171	2033	2679	1887	2007	1943	2088	1602	1864
17	1480	1332	1295	1161	2010	2646	1866	1983	1926	2068	1588	1846
18	1469	1333	1283	1156	1996	2627	1853	1969	1918	2062	1582	1839
	163	130	147	114	306	452	282	318	188	194	153	177
	9,99	8,89	10,28	8,98	13,29	14,68	13,21	13,90	8,93	8,60	8,82	8,78

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 7 Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición III)

No de Semana.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
0	1490	1445	1372	1385	2104	2494	2132	2812	1942	2335	1617	2220
2	1449	1405	1334	1353	2028	2408	2067	2752	1902	2283	1594	2165
3	1437	1395	1324	1340	2002	2383	2041	2670	1889	2272	1573	2149
4	1430	1387	1317	1335	1985	2363	2025	2646	1882	2263	1565	2139
5	1417	1374	1302	1322	1966	2341	2005	2618	1868	2241	1553	2125
6	1413	1371	1302	1319	1949	2324	1989	2595	1862	2241	1548	2115
7	1408	1366	1298	1314	1940	2314	2978	2580	1858	2236	1543	2110
8	1403	1362	1293	1311	1924	2298	1965	2563	1852	2228	1538	2102
9	1399	1359	1289	1307	1913	2286	1954	2548	1846	2224	1532	2096
10	1395	1354	1285	1304	1903	2275	1943	2531	1841	2218	1528	2090
11	1393	1353	1283	1302	1895	2266	1935	2521	1840	2217	1525	2089
12	1389	1349	1279	1298	1881	2251	1924	2504	1834	2210	1520	2082
13	1385	1346	1276	1295	1871	2242	1913	2490	1828	2205	1516	2075
14	1383	1343	1273	1293	1863	2235	1906	2479	1824	2201	1513	2072
15	1371	1332	1263	1282	1840	2208	1884	2448	1808	2182	1499	2056
17	1361	1322	1253	1272	1818	2185	1861	2420	1791	2163	1487	2040
18	1357	1318	1249	1268	1808	2172	1849	2403	1780	2158	1481	2035
	133	127	123	117	296	322	283	409	162	177	136	185
	8,93	8,79	8,97	8,45	14,07	12,91	13,27	14,54	8,34	7,58	8,41	8,33

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 8 Componente de datos de peso semanal para evaluar el porcentaje de pérdida de peso (repetición IV)

No de Semana.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
0	1604	1394	1451	1414	2190	2859	1987	2413	1981	1807	1483	1879
2	1564	1354	1412	1381	2133	2725	1912	2275	1943	1776	1465	1838
3	1553	1342	1399	1370	2084	2681	1896	2241	1931	1763	1447	1824
4	1546	1337	1393	1365	2068	2655	1880	2221	1924	1757	1440	1817
5	1532	1325	1383	1355	2047	2624	1861	2198	1913	1746	1429	1803
6	1529	1320	1377	1350	2031	2599	1846	2181	1904	1740	1424	1797
7	1525	1316	1373	1346	2020	2580	1834	2170	1900	1736	1420	1792
8	1519	1312	1369	1343	2005	2562	1823	2155	1895	1730	1416	1786
9	1515	1308	1365	1339	1996	2545	1814	2144	1889	1727	1413	1782
10	1309	1303	1360	1335	1983	2528	1802	2130	1884	1722	1408	1776
11	1507	1301	1358	1333	1975	2513	1795	2122	1882	1721	1407	1774
12	1502	1297	1353	1329	1963	2497	1784	2109	1876	1718	1402	1769
13	1998	1293	1349	1325	1956	2487	1776	2100	1873	1716	1399	1765
14	1497	1292	1348	1324	1944	2469	1766	2090	1870	1713	1397	1761
15	1485	1281	1337	1314	1919	2434	1744	2065	1855	1698	1385	1746
17	1473	1271	1326	1303	1896	2402	1724	2040	1838	1685	1373	1731
18	1469	1268	1323	1299	1883	2389	1713	2027	1830	1680	1368	1724
	135	126	128	115	307	470	274	386	151	127	115	155
	8,42	9,04	8,82	8,13	14,02	16,44	13,79	16,00	7,62	7,03	7,75	8,25

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 9 Componente de datos de porcentaje de pérdida de peso total de los tratamientos de la investigación.

TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
REPET.	V1T	V1D1	V1D2	V1D3	V2T	V2D1	V2D2	V2D3	V3T	V3D1	V3D2	V3D3
I	8,91	9,11	9,30	9,06	13,32	13,91	13,13	13,39	7,89	7,54	6,82	9,13
II	9,99	8,89	10,28	8,98	13,29	14,68	13,21	13,90	8,93	8,60	8,82	8,78
III	8,93	8,79	8,97	8,45	14,07	12,91	13,27	14,54	8,34	7,58	8,41	8,33
IV	8,42	9,04	8,82	8,13	14,02	16,44	13,79	16,00	7,62	7,03	7,75	8,25
MEDIA	9,06	8,95	9,34	8,65	13,67	14,49	13,35	14,46	8,19	7,69	7,95	8,62
Medias de variedades	9,0020				13,9922				8,1134			

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 10 Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de pérdida de peso.

<i>Error: 0,0117 gl: 36</i>			
Variedades	Medias	E. E.	
Solóman	2,85	0,03	A
Lóman	3,00	0,03	B
Tollocan	3,73	0,03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 11 Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición I)

	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	15	10	10	0	0	0	0	0
9	5	0	0	0	25	15	20	25	20	0	5	0
11	10	5	10	0	65	55	40	30	40	10	10	5
13	60	45	55	50	80	85	85	75	80	85	70	55
15	90	85	90	80	95	85	85	90	80	85	75	70
17	90	100	95	80	95	85	95	90	80	95	90	75
18	90	100	95	85	100	85	95	90	95	95	90	75

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 12 Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición II)

	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0
9	10	5	0	0	30	45	30	20	5	5	5	5
11	15	5	0	0	60	85	70	40	35	10	5	10
13	65	70	65	30	85	85	90	85	75	75	65	65
15	90	95	100	85	90	85	90	85	90	80	80	70
17	90	100	100	95	95	90	100	90	90	80	85	85
18	90	100	100	90	100	80	100	85	90	80	85	85

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 13 Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición III).

	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	20	15	10	10	0	0	0	0
9	5	0	0	0	40	25	30	25	0	5	5	0
11	10	10	0	0	60	60	75	45	30	15	5	0
13	60	70	55	65	30	85	80	75	75	65	65	55
15	95	100	95	80	80	95	90	85	85	80	75	70
17	95	100	95	85	80	100	95	90	95	85	85	75
18	95	100	95	85	90	100	90	90	100	80	80	90

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 14 Componente de datos de porcentaje de brotación de los tubérculos en almacenamiento (repetición IV).

	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
7	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	20	30	15	10	0	0	0	0
9	0	0	0	0	40	50	30	15	10	0	0	0
11	20	15	15	5	60	70	35	40	30	10	10	5
13	65	55	55	45	90	80	85	70	70	70	65	55
15	80	100	100	80	100	80	95	85	90	80	70	80
17	95	100	100	85	100	80	100	85	90	90	85	85
18	100	100	100	100	100	95	100	85	95	90	90	90

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 15 Componente de datos de porcentajes brotación total de los tratamientos de la investigación.

SEMANA	V1T.	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
6	0	0	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	3,75	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	13,75	16,25	11,25	5	0	0	0	0
9	5	1,25	0	0	33,75	33,75	27,5	21,25	8,75	2,5	3,75	1,25
11	13,75	8,75	6,25	1,25	61,25	67,5	55	38,75	33,75	11,25	7,5	5
13	62,5	60	57,5	47,5	71,25	83,75	85	76,25	75	73,75	66,25	57,5
15	88,75	95	96,25	81,25	91,25	86,25	90	86,25	86,25	81,25	75	72,5
17	92,5	100	97,5	86,25	92,5	88,75	97,5	88,75	88,75	87,5	86,25	80
18	93,75	100	97,5	90	97,5	90	96,25	87,5	95	86,25	86,25	85

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 16 Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.

<i>Error: 0,9795 gl: 36</i>		
Variedades	Medias	E.E.
Lóman	2,22	0,25 A
Solóman	3,44	0,25 B
Tollocan	7,38	0,25 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 17 Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 11.

<i>Error: 0,9795 gl: 36</i>		
Dosis	Medias	E.E.
3	2,89	0,29 A
2	3,92	0,29 A B
1	4,80	0,29 B C
Testigo	5,76	0,29 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 18 Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada en el porcentaje de brotación hasta la semana 13.

<i>Error: 0,5070 gl: 36</i>			
<u>Variedades</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
Lóman	7,51	0,18	A
Solóman	8,24	0,18	B
Tollocan	8,84	0,18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro. 19 Componente de datos en peso de brotes en gramos de los tratamientos estudiados.

Repetición	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
I	3	2	3	2	5	6	2	2	6	3	1	1
II	4	4	5	2	5	7	3	3	5	1	1	1
III	2	3	2	2	4	7	2	2	6	3	1	1
IV	2	2	2	2	5	4	2	2	5	3	1	1
	2,75	2,75	3	2	4,75	6	2,25	2,25	5,5	2,5	1	1

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 20 Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada por el peso de brotes.

<i>Error: 0,6875 gl: 36</i>			
<u>Variedades</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
Solóman	2,38	0,21	A
Lóman	2,63	0,21	A
Tollocan	3,81	0,21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 21 Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por el peso de brotes.

<i>Error: 0,6875 gl: 36</i>				
Dosis	Medias	E.E.		
3	1,75	0,24	A	
2	2,08	0,24	A	
1	3,58	0,24	B	
Testigo	4,33	0,24	B	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Fuente: Prueba de Tukey al 0.05*

Cuadro 22 Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en el peso de brotes.

<i>Error: 0,6875 gl: 36</i>					
Variedades	Dosis	Medias	E.E.		
Solóman	2	1,00	0,41	A	
Solóman	3	1,00	0,41	A	
Lóman	3	2,00	0,41	A	
Solóman	1	2,00	0,41	A	
Tollocan	2	2,25	0,41	A	
Tollocan	3	2,25	0,41	A	
Lóman	1	2,75	0,41	A	B
Lóman	Testigo	2,75	0,41	A	B
Lóman	2	3,00	0,41	A	B
Tollocan	Testigo	4,75	0,41	B	C
Solóman	Testigo	5,50	0,41		C
Tollocan	1	6,00	0,41		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Fuente: Prueba de Tukey al 0.05*

Cuadro 23 Componente de datos registrados en la cantidad de brotes de los tratamientos estudiados.

Cantidad de Brotes	Trat. 1 V1T..	Trat. 2 V1D1	Trat. 3 V1D2	Trat. 4 V1D3	Trat. 5 V2T..	Trat. 6 V2D1	Trat. 7 V2D2	Trat. 8 V2D3	Trat. 9 V3T..	Trat. 10 V3D1	Trat. 11 V3D2	Trat. 12 V3D3
I	49	46	63	42	72	64	61	56	54	82	46	45
II	43	58	58	53	51	72	85	64	66	67	50	53
III	43	46	47	43	39	68	60	56	63	81	35	41
IV	67	69	66	63	67	71	66	50	48	61	50	39
	50,5	54,75	58,5	50,25	57,25	68,75	68	56,5	57,75	72,75	45,25	44,5

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 24 Análisis de discriminación de medias del factor variedades determinada por la cantidad de brotes.

<i>Error: 90,8750 gl: 36</i>			
Variedades	Medias	E.E.	
Lóman	53,50	2,38	A
Solóman	55,06	2,38	A B
Tollocan	62,56	2,38	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Fuente: Prueba de Tukey al 0.05*

Cuadro 25 Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por la cantidad de brotes.

<i>Error: 90,8750 gl: 36</i>			
Dosis	Medias	E.E.	
3	50,42	2,75	A
Testigo	55,17	2,75	A B
2	57,25	2,75	A B
1	65,33	2,75	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Fuente: Prueba de Tukey al 0.05*

Cuadro 26 Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación en la cantidad producida de brotes.

<i>Error: 90,8750 gl: 36</i>				
Variedades	Dosis	Medias	E.E.	
Solóman	3	44,50	4,77	A
Solóman	2	45,25	4,77	A B
Lóman	3	50,25	4,77	A B C
Lóman	Testigo	50,50	4,77	A B C
Lóman	1	54,75	4,77	A B C
Tollocan	3	56,50	4,77	A B C
Tollocan	Testigo	57,25	4,77	A B C
Solóman	Testigo	57,75	4,77	A B C
Lóman	2	58,50	4,77	A B C
Tollocan	2	68,00	4,77	A B C
Tollocan	1	68,50	4,77	B C
Solóman	1	72,75	4,77	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Fuente: Prueba de Tukey al 0.05*

Cuadro 27 Componente de datos registrados en la medición de brotes en milímetros de los tratamientos estudiados.

Longitud de Brotes	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7	Trat. 8	Trat. 9	Trat. 10	Trat. 11	Trat. 12
	V1T..	V1D1	V1D2	V1D3	V2T..	V2D1	V2D2	V2D3	V3T..	V3D1	V3D2	V3D3
I	8	6	8	5	5,5	8	4,5	4	9	6	5	3,5
II	8	6	8,5	4	7,5	6	4,5	4	8	4,5	4	4
III	6	6,5	5,5	5	8,5	7	4,5	4,5	8,5	6	3,5	3,5
IV	6,5	6	5	4	7	5	4,5	4	9	6	3	4
	7,125	6,125	6,75	4,5	7,125	6,5	4,5	4,125	8,625	5,625	3,875	3,75

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 28 Análisis de discriminación de medias del factor dosis determinada por la longitud media de brotes.

<i>Error: 0,7865 gl: 36</i>			
Dosis	Medias	E.E.	
3	4,13	0,26	A
2	5,04	0,26	A
1	6,08	0,26	B
Testigo	7,63	0,26	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 29 Análisis de discriminación de medias en la interacción de factores variedades de papa y dosis de inhibidor de brotación definida en la longitud media de brotes.

<i>Error: 0,7865 gl: 36</i>				
Variedades	Dosis	Medias	E.E.	
Solóman	3	3,75	0,44	A
Solóman	2	3,88	0,44	A
Tollocan	3	4,13	0,44	A B
Tollocan	2	4,50	0,44	A B C
Lóman	3	4,50	0,44	A B C
Solóman	1	5,63	0,44	A B C D
Lóman	1	6,13	0,44	B C D
Tollocan	1	6,50	0,44	C D E
Lóman	2	6,75	0,44	D E
Lóman	Testigo	7,13	0,44	D E
Tollocan	Testigo	7,13	0,44	D E
Solóman	Testigo	8,63	0,44	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Prueba de Tukey al 0.05

Cuadro 30 Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del primer mes de almacenamiento de los tubérculos.

VARIEDAD LOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	16	18	16	17	15	82	
DÓISIS 1	15	17	16	14	17	79	
DÓISIS 2	14	16	14	15	17	76	
DÓISIS 3	14	16	17	17	18	82	
VARIEDAD TOLLOCAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	16	18	12	18	15	79	
DÓISIS 1	17	16	14	12	16	75	
DÓISIS 2	15	14	15	16	17	77	AGRIA.
DÓISIS 3	16	18	12	18	15	79	
VARIEDAD SOLOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	19	20	18	18	18	93	
DÓISIS 1	17	20	18	17	16	88	
DÓISIS 2	16	20	16	18	17	87	
DÓISIS 3	19	20	18	19	20	96	

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,012.

Cuadro. 31 Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del segundo mes de almacenamiento de los tubérculos.

VARIEDAD LOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	17	16	15	18	17	83	pegajosa
DÓISIS 1	17	15	16	17	15	80	
DÓISIS 2	15	15	15	17	12	74	
DÓISIS 3	17	17	17	17	16	84	
VARIEDAD TOLLOCAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	16	16	15	15	16	78	Acida
DÓISIS 1	18	15	14	16	14	77	
DÓISIS 2	17	17	14	15	13	76	pegajosa
DÓISIS 3	17	16	15	15	16	79	pegajosa
VARIEDAD SOLOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	15	16	14	18	12	75	picante y acida
DÓISIS 1	20	18	18	18	14	88	
DÓISIS 2	20	15	12	18	12	77	Pegajosa con ligas
DÓISIS 3	20	19	18	18	16	91	

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,012.

Cuadro. 32 Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del tercer mes de almacenamiento de los tubérculos.

VARIEDAD LOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	15	15	15	14	14	73	pegajosa
DÓISIS 1	15	15	14	11	15	70	
DÓISIS 2	14	14	14	15	14	71	
DÓISIS 3	15	15	15	14	14	73	
VARIEDAD TOLLOCAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	15	14	14	16	14	73	Acida
DÓISIS 1	14	13	13	16	16	72	
DÓISIS 2	15	15	13	16	15	74	pegajosa
DÓISIS 3	16	15	14	16	15	76	pegajosa
VARIEDAD SOLOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	14	15	15	16	13	73	picante y acida
DÓISIS 1	15	15	15	11	13	69	
DÓISIS 2	15	15	13	16	14	73	Pegajosa con ligas
DÓISIS 3	16	16	15	17	17	81	

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro. 33 Componente de datos de calificación de prueba de palatabilidad del cuarto mes de almacenamiento de los tubérculos.

VARIEDAD LOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	12	15	13	14	14	68	pegajosa
DÓISIS 1	12	14	12	12	10	60	
DÓISIS 2	10	15	16	12	14	67	
DÓISIS 3	10	13	12	12	12	59	
VARIEDAD TOLLOCAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	12	10	11	10	12	55	Acida
DÓISIS 1	13	12	14	12	14	65	
DÓISIS 2	10	13	12	14	14	63	pegajosa
DÓISIS 3	12	14	14	12	14	66	pegajosa
VARIEDAD SOLOMAN	Sabor (20 pts).	Apariencia fresca (20 pts)	Consistencia tierna (20 pts).	Textura interna (20 pts).	Color de la pulpa (20 pts).	Punteo final (100 pts).	OBSERVACIONES
TESTIGO	14	16	13	12	12	67	picante y acida
DÓISIS 1	12	13	12	14	12	63	
DÓISIS 2	13	11	13	12	16	65	Pegajosa con ligas
DÓISIS 3	11	10	14	15	17	67	

Fuente: Unidad de investigación Quetzaltenango 2,013.

Cuadro 34 Componente de costo de producción de papa por 0.0436 Ha. (una cuerda), en época de invierno.

Requerimiento	Unidad de medida.	Cantidad	Costo unit. Q.	Costo
				Total Q.
Renta del terreno	Cuerda	1	200,00	200,00
Preparación del terreno	Unidad	1	100,00	100,00
Semillas	Quintal	3	200,00	600,00
Siembra	Jornal	2	60,00	120,00
Picado y calza	Jornal	1	60,00	60,00
Fumigaciones	Jornal	2	60,00	120,00
Fertilización	Jornal	0,5	60,00	30,00
Abono orgánico	Sacos	6	30,00	180,00
Fertilizante químico	Quintal	1,5	250,00	375,00
Foliales	Litro	1	50,00	50,00
Fungicidas	Kilogramo	1	150,00	150,00
Insecticidas	Litro	1	150,00	150,00
Defoliación	Jornal	0,5	60,00	30,00
Cosecha	Jornal	4	60,00	240,00
Transporte	Unidad	1	250,00	250,00
TOTAL DE GASTOS.				2655,00

Fuente: Campo 2,013..

Cuadro 35 Componente de ingresos por 0.0436 Ha. (1 cuerda), de papa cosechada en época de invierno (saturación en el mercado).

INGRESOS POR PRODUCCION	Unidad de medida.	Cantidad	Precio unit. Q.	Ingreso
				Total Q.
Papa de primera.	Quintal	25	70,00	1750,00
Papa de segunda.	Quintal	4	40,00	160,00
Papa de tercera.	Quintal	2	25,00	50,00
TOTAL DE INGRESOS				1960,00

Fuente: Precios de mercado 2,012.

Figura 1 Cosecha y clasificación de tubérculos.



Fuente: Unidad de investigación, Labor Ovalle, Quetzaltenango, 2,012.

Figura 2 Preparación de tubérculos para colocarlos en las unidades experimentales.

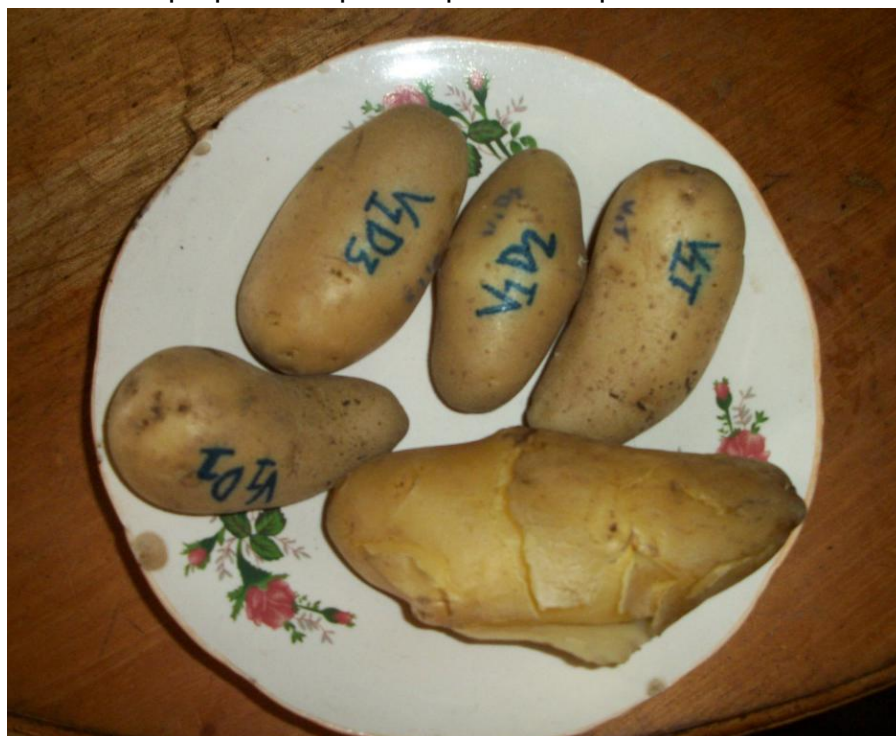


Fuente: Unidad de investigación, Labor Ovalle, Quetzaltenango, 2,012.

Figura 3 Tubérculos en el primer mes de almacenamiento.



Figura 4 Tubérculos preparados para la prueba de palatabilidad.



Fuente: Unidad de investigación, Labor Ovalle, Quetzaltenango, 2,012 y 2,013.

Figura 4 Preparación e identificación de tubérculos para la prueba de palatabilidad.



Fuente: Unidad de investigación, Labor Ovalle, Quetzaltenango, 2,012 y 2,013.

Figura 5 Conteo de tubérculos brotados.



Fuente: Unidad de investigación, Labor Ovalle, Quetzaltenango, 2013.