

INTRODUCCION

La papa o patata es uno de los alimentos más importantes tanto en Europa como en América. Existen muchas maneras de cocinarlas y servir las. También es utilizada para la preparación de productos industriales, tales como harina, almidón y bebidas alcohólicas. Se puede usar para la alimentación animal, especialmente los tubérculos pequeños y dañados. Estos tubérculos contienen riquezas alimenticias de reserva en forma de almidón y proteínas (Papas, 1987).

La importancia de la papa radica en su valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la gran demanda de mano de obra que necesita durante todo su desarrollo agrícola. En algunos países Europeos y EU, presentan un consumo promedio per cápita de 180 Kg /año (Cip, 1983), por su parte, el promedio de consumo nacional per-cápita promedio en México durante el periodo 1992-2001 fue de 16.5 kilogramos por persona. La papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento del pueblo mexicano.

El uso de los fitorreguladores en el cultivo, es una practica comúnmente utilizada por partes altamente tecnificadas, quienes buscan obtener las mas altas cosechas y salir temprano al mercado, para lograr mayores beneficios con su cultivo. Los fitorreguladores pueden utilizarse en diferentes etapas del cultivo, para inhibir o inducir la brotación de la semilla del tubérculo, para estimular o retrasar el crecimiento de los tallos y para incrementar la producción de los tubérculos.

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma, cualquier proceso fisiológico vegetal. Estas sustancias desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales (sin sustancias del crecimiento no hay crecimiento).

En el presente trabajo se aplicaron cuatro tratamientos y un testigo (agua) a la planta de papa, los tratamientos fueron; ácido salicílico AS4 (10^4 molar), AS6 (10^6 molar), ácido benzoico AB4 (10^4 molar) y AB4 (10^6 molar). Las papas fueron analizadas, con el propósito de observar si existió algún cambio en el valor nutritivo.

Objetivo

Documentar el efecto de la aplicación foliar del ácido salicílico y ácido benzoico, sobre la calidad nutricional del tubérculo de papa.

Hipótesis

La aplicación de señalizadores del estrés, ácido salicílico y ácido benzoico no modifica la calidad nutricional del tubérculo.

REVISION DE LITERATURA

2.1 ORIGEN

La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual, que pertenece a la familia de las Solanáceas. Este tubérculo recibió el nombre de Papolt por parte de los Nahoas y actualmente es conocida como papa y menos frecuentemente como patata. Gran parte de los investigadores están de acuerdo que el origen de la papa (*Solanum tuberosum*) es la zona andina que comprende los países de Perú, Ecuador, Bolivia y las costas e islas del sur de Chile (Harris 1970; la papa 1992).

Sin embargo otros autores afirman que el centro de origen de la papa es de las tierras altas del sur del Perú, mas precisamente en el área comprendida entre el cueco y los alrededores del lago Titicaca; extendiéndose hacia Bolivia, Chile, Argentina y por el norte a Ecuador, Venezuela, centro América y México (Hardenburg y Wand, 1990).

Así mismo también se menciona que México es uno de los centros de Origen del cultivo, ya que desde hace mucho tiempo, los nativos consumían papa en forma silvestre.

2.2 CLASIFICACION TAXONOMICA

NOMBRE COMUN	Papa
NOMBRE CIENTIFICO	Solanum tuberosum
CLASE	Angiospermae
SUBCLASE	Dicotyledoneae
ORDEN	Tubiflorae
FAMILIA	Solanaceae
GENERO	Solanum
ESPECIE	Tuberosum

2.3 UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACION HUMANA

La calidad de la papa es un conjunto de características percibidas como favorables por el consumidor. Solamente puede ser definida en relación con el destino y la utilización de la cosecha. Las principales características incluidas con el termino calidad son: las propiedades sensoriales, es decir, por orden cronológico de juicio, la apariencia (forma, color, presencia de defectos) destacada visualmente, la fragancia (aroma, sabor) destacada por el olfato y el gusto y la textura (resistencia, consistencia a la masticación, etc.). Dichos factores juegan un papel en lo que se refiere a la adquisición o a la apetencia del producto.

Así mismo la calidad supone la sanidad, es decir la ausencia de cualquier acción toxica como limitación en los contenidos de sustancias naturales indeseables (nitratos y glicoalcaloides), respecto de los limites máximos de residuos de productos farmacéuticos, así, como el valor nutritivo, es decir la composición en términos de contenido en calorías, proteínas, aminoácidos indispensables, vitaminas, sales minerales, oligoelementos. Esos diferentes aspectos están en estrecha relación con la composición química del tubérculo, determinada por la variedad, las condiciones climáticas y las técnicas de producción y de conservación (Crosnier y Montigny, 1981),

2.4 CALIDAD

La calidad del producto se inicia desde la selección de la semilla, hasta el cuidado que debe tenerse con el producto en el momento de la cosecha y en la presentación a los consumidores en el mercado.

Los productores de papa no cuentan con normas de calidad precisas, se basan en las que establecen los comerciantes y productores en el momento de realizar las acciones de compra-venta. Es preciso establecer parámetros de calidad tales como:

- Tamaño
- firmeza,
- peso,
- ausencia de materias extrañas como consecuencias de enfermedades.

Es necesario el control de calidad ya que mediante la calidad, se logrará que el producto se identifique y consolide en el mercado, se evitará pérdidas por el deterioro del producto, se facilitará la fijación de precios y se crea conciencia en el consumidor a la hora de adquirir el producto.

2.4.1 ALMACENAJE

El almacenaje es la actividad mercadotécnica que comprende el mantener y conservar los productos desde el tiempo de su producción hasta su venta final.

Para conservar las papas destinadas al consumo o industrial, es necesario un período de mantenimiento adecuado, y un ambiente propicio. Las mermas por putrefacción, germinación u otro deterioro, se pueden reducir manteniendo algunas condiciones entre ellas:

2.4.2 HUMEDAD RELATIVA

El ambiente húmedo, conserva a los tubérculos en su peso, pues pierden menos agua por evaporación. El margen de humedad relativa en el almacén es del 70 al 90%.

2.4.3 VENTILACIÓN

Es muy necesaria para evitar concentraciones de gases, producto de la respiración de los tubérculos, los cuales pueden dañarlos, por la falta de este se puede producir trastornos fisiológicos en la papa, los cuales incrementan el alto porcentaje de putrefacción. Para evitar esto, el almacén debe tener un ventilador que aspire aire del exterior para mantener el buen estado dentro de las celdas o bodegas.

2.4.4 AISLAMIENTO TÉRMICO

Para que la temperatura sea apropiada en la bodega, las paredes y el techo deben estar protegidos con aislamiento térmico en caso contrario, se producirán ciertos calentamientos que afectarán la calidad del producto.

La papa sólo puede ser conservada con pocas mermas, si se mantiene en un ambiente propicio, con temperatura y la humedad del aire dentro de los márgenes apropiados. Cuando la papa es almacenada bajo condiciones desfavorables de humedad o muy baja temperatura se producen pérdidas por putrefacción, germinación o deterioro ocasionado por el frío.

2.4.5 TRANSPORTE

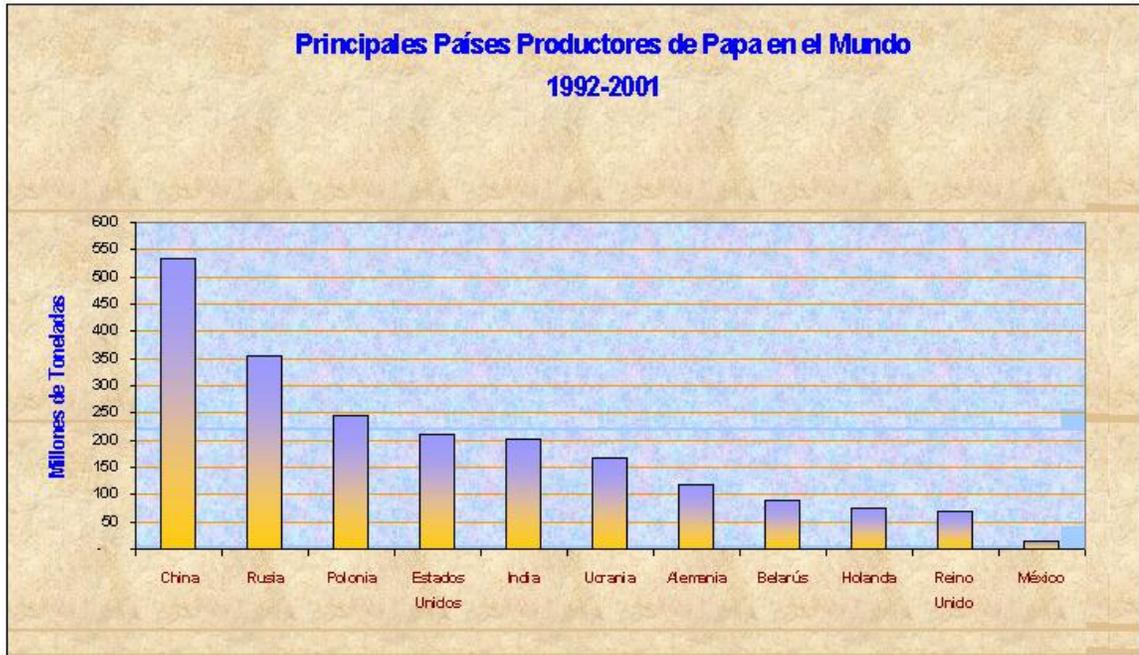
Consiste en trasladar el producto a las áreas de consumo. Debemos tener cuidado al elegir el transporte adecuado para este producto, ya que la distancia determinará aspectos como el precio del producto, el tiempo de entrega y el estado en que se recibirá el mismo.

2.5 PRODUCCION

Pese a que la papa es un producto originario de América, la principal zona productora no está en el continente americano, pues está conformada por países asiáticos y europeos.

Según datos de la FAO y de la ONU, en los últimos diez años (1992-2001) la producción mundial de papa registró un incremento del 11 por ciento, al pasar de 277 millones de toneladas en 1992 a 308 millones en 2001. Casi el 60 por ciento de la producción mundial de papa se concentra en China, Rusia, Polonia, Estados Unidos, India y Ucrania, (Claridades Agropecuarias, 1998).

Figura 2.1. Principales países productores de papa 1992-2001



2.5.1 PRODUCCION NACIONAL

Actualmente en México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas de las que se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, mismas que permiten satisfacer las demandas del consumo interno.

En nuestro país, la papa ocupa el cuarto lugar en importancia, superado únicamente por los básicos (maíz, frijol, arroz y trigo), entre las hortalizas solo los cultivos de jitomate y chile verde ocupan una mayor superficie, en cuanto a la producción solo es superado por el jitomate (Claridades Agropecuarias, 1998).

2.6 IMPORTANCIA ECONÓMICA

La papa es muy consumida en el mundo y es el alimento básico de muchos países por su riqueza nutrimental. Tiene un alto contenido de carbohidratos, proteína y energía.

Es la segunda hortaliza más consumida en México después del jitomate. Se cosechan 1, 300,000 toneladas de papa en México (CONAPAPA, 1995).

Hay 3 mercados posibles para la papa: el mercado en fresco, la industrial y semilla. El mercado fresco es el que abarca la mayor parte de la producción de papa del país. En México se industrializa la papa de diversa formas, 30% de total de la papa producida en nuestro país se destina, a este sector. Se usa para obtener ciertos subproductos como la fécula, el almidón, las harinas, los purés y las frituras. La más importante es la que realiza la industria de las botanas para la fabricación de papas fritas, la cual representa el 90% de la papa que se industrializa. (CONAPAPA, 1995).

2.7 VALOR NUTRITIVO

La papa es un alimento, muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra. Además, tiene un contenido no despreciable de proteínas, presentando éstas un valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. El valor nutricional de la papa va a depender lógicamente de la forma de consumo (Requejo y Ortega, 1996).

Componentes	Rango %	Media
Agua	63.2 - 86.9	75.05
Sólidos Totales	13.1 - 36.8	23.7
Proteína (Nitrógeno total + 6.25)	0.7 - 4.6	2
Glicoalcaloides (Solanina)	0.2 – 41	3-10 mg/100gr
Grasa	0.02 – 0.20	0.12
Azúcares Reductores	0.0 - 5.0	0.3
Total Carbohidratos	13.3 - 30.53	21.9
Fibra Cruda	0.17 – 3.48	0.71
Ácidos Orgánicos	0.4 - 1.0	0.6
Ceniza	0.44 – 1.9	1.1
Vitamina C	1 - 54 mg/100gr	

2.8 COMPOSICION QUIMICA

2.8.1 Estructura y composición del tubérculo.

El tubérculo es aproximadamente 2% de cáscara, 75-85% de parénquima vascular de almacenamiento y 14-20% de medular. El tubérculo de papa es un producto alto en humedad.

2.8.2 Carbohidratos:

Los carbohidratos de la papa incluyen almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas. Los almidones de la papa son amilasa y amilopectina en la proporción de 1:3, según Talburt y Smith (1959).

2.8.3 Proteína:

El tubérculo de papa contiene 1-2 % de nitrógeno total en el producto seco; de este nitrógeno 1/2 o 1/3 está presente como proteína ($N \times 6.25$). Las proteínas de la papa son casi exclusivamente globulinas (tubería), (Tulburt y Smith, 1959).

Lang (1957), indicó que el tubérculo de papa es bajo en metionina y cistina.

Por su parte la proteína de la papa presenta un valor biológico superior a la de los cereales, lo cual se debe a su mayor contenido en lisina, aminoácido limitante en la proteína de los cereales.

2.8.4 Fibra:

El contenido en fibra de las variedades de papa tiene valores que fluctúan de 1-10% con un valor normal aproximado de 2-4% materia seca (MS). Bajo la denominación de fibra se incluye; fibra cruda, celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas, (Burton, 1996).

2.8.5 Minerales:

El tubérculo de papa contiene los siguientes minerales; K, Na, Mg, Ca, Fe, P, Al, Cl, Mn, S, todos en muy pequeñas cantidades (Lampitt y Goldenberg, 1940).

2.8.6 Vitaminas:

La papa es una buena fuente de vitamina C, regular en niacina y tiamina, y baja en vitamina A y Riboflavina.

Dentro de las vitaminas del complejo B destacan la tiamina y el ácido nicotínico observándose concentraciones sólo comparables a las de los cereales integrales. En cuanto a los minerales destaca el K, ya que las concentraciones son superiores al de los grupos de alimentos considerados (Lampitt y Goldenberg, 1940).

2.8.7 Lípidos:

Los lípidos están presentes en pequeña cantidad en la papa, pero plantean problemas técnicos para la transformación en copos en las industrias alimentarias, a causa de la parte relativamente importante de ácidos grasos insaturados que contiene (Ben Abdelkader, 1968) los divide en tres categorías (Sanford y Sinden, 1972);

- a) 35% de fosfolípidos (inositol-colina y glicerol-fosfatidilo),
- b) 40% de glicolípidos (galactosilglicéridos, esterilglucosidos,
- c) 25% de lípidos neutros (glicéridos, esteroides y parafinas).

2.8.8 Ácidos grasos:

El contenido de ácidos grasos totales disminuye durante el ciclo vegetativo (Cherif y BenAbdelkader, 1970; Cherif, 1973) y luego aumenta durante la conservación.

Según la fase fisiológica y la variedad, la proporción de ácidos grasos insaturados de la pulpa varía entre el 60% y el 78% de los ácidos grasos totales. Esencialmente, están constituidos por los ácidos oleicos (18:1), linoleico (18:2) y linolénico (18:3).

Los ácidos grasos saturados están representados por los ácidos palmítico (16:0) y esteárico (18:0) (Cherif y BenAbdelkader, 1970).

El ácido linoleico es el más abundante, superando con mucho a los ácidos palmítico y linolénico. Su distribución en el tubérculo es heterogénea; la piel contiene más que la pulpa y se caracteriza por un contenido elevado en ácido linolénico.

Los ácidos grasos insaturados pueden oxidarse liberando sustancias volátiles como aldehídos y cetonas, responsables del mal sabor origen del enranciamiento.

2.8.9 Los carotenoides:

Estos pigmentos son directamente responsables de la coloración amarillenta de la piel y de la carne de los tubérculos. Su concentración varía entre 14 y 343 ug ×100g de peso fresco en la carne. Pueden oxidarse y producir la formación de epóxido y de ionona, sustancias responsables de los malos olores, así como una atenuación del color de los productos transformados (Lampitt y Goldenberg, 1940).

2.8.10 Los Glucidos:

Representan la parte más importante de la materia seca, que está constituida en sus tres cuartas partes por almidón (fécula). Esta sustancia de reserva se forma en el tubérculo a partir de la sacarosa elaborada por el follaje como consecuencia de la fotosíntesis pero puede ser reconvertida en glucosa bajo la acción de diferentes enzimas.

En el tubérculo hay un equilibrio almidón/azúcares solubles (sacarosa, glucosa, fructuosa) variable durante el ciclo vegetal y en el periodo de conservación. Los demás constituyentes glucídicos importantes son la celulosa y las sustancias pépticas (Lampitt y Goldenberg, 1940).

2.8.11 Almidón:

El almidón de la papa está compuesto en un 99% de dos constituyentes teniendo a la D-glucosa como elemento base: 21-25% de amilasa y 75-79% de amilopectina.

La amilosa está constituida por unidades de glucosa unidas por cadenas lineales. La amilopectina está formada por múltiples ramificaciones de 20-30 unidades de glucosa.

El almidón se encuentra en las células del tubérculo bajo la forma de gránulos de forma ovoidal estriada con una longitud que varía entre 5µm y 50µm. Su tamaño varía según variedades, el estado de madurez del tubérculo y las condiciones del medio.

El almidón de la papa tiene un poder de hinchamiento y una viscosidad elevada. Cuando la hinchazón es muy importante se produce un estallido de los gránulos y una liberación de amilosa y amilopectina. En medio diluido, se obtiene una disolución coloidal y en medio concentrado un gel (engrudo). La temperatura de gelatinización depende del tamaño de los gránulos del almidón (Badui, 1986; Santos, 1995).

2.8.12 Importancia del almidón

El almidón también es muy utilizado en la industria alimentaría como aditivo para algunos alimentos. Tiene múltiples funciones entre las que cabe destacar: adhesivo, ligante, enturbiante, formador de películas, estabilizante de espumas, conservante para el pan, gelificante, aglutinante, etc. El problema surge cuando no se nos informa de su uso como en el caso de la fabricación de embutidos para dar consistencia al producto

Hoy en día el almidón tiene otras muchas aplicaciones por ejemplo, es un excelente agente antiadherente, pero también puede utilizarse para todo lo contrario: como adhesivo. Una utilización muy interesante del almidón es la preparación de embalajes de espuma, una alternativa biodegradable a los envases de poliestireno.

Lo que más se valora de la papa es el almidón, porque con este almidón se hace el papel, se elaboran los textiles, pegamentos, alcohol y varios alimentos. Por ejemplo la bebida más popular en Rusia: el vodka se hace con mucha papa (Badui, 1986; Santos, 1995).

2.9 CALIDAD CULINARIA Y TECNOLÓGICA

Cualquiera que sea el tipo de utilización, los tubérculos deben ser de forma regular, de calibre y madurez homogénea, libres de enverdecimiento, de grietas, de daños mecánicos y de defectos internos (corazón hueco, manchas de roya, haces vasculares colorados y ennegrecimiento interno). Para consumir en condiciones satisfactorias, los consumidores así como los comerciantes y distribuidores buscan cada vez más papas de piel y de color claro, libres de alteraciones superficiales (sarna, etc.) (La patata, 1967).

Los principales criterios de calidad son el sabor, el color de la carne y la textura. Dichas características vienen determinadas por la cada variedad, aunque varían de forma compleja con la naturaleza del suelo y del clima, las técnicas de producción y las condiciones de conservación.

2.9.1 El sabor: El sabor detectado en la degustación corresponde a la percepción sensorial de un gran número de compuestos químicos, dependiendo de los constituyentes del tubérculo crudo y también de sus modificaciones y de sus interacciones durante la cocción. Generalmente, se descubre un sabor agradable en las variedades de consumo denominado de “carne cruda”.

Es preciso destacar la influencia negativa que tienen sobre los sabores algunos fenómenos fisiológicos, especialmente la brotación y la de sustancias naturales que pueden encontrarse en cantidades anormalmente alta en los tubérculos.

2.9.2 La solanina, que deteriora el sabor a una concentración de 10 mg/100g de parte comestible y que por encima de 25 mg lo hace amargo provocando una sensación de ardor en la boca y garganta.

2.9.3 Los azúcares solubles, las bajas temperaturas de conservación (2 - 6⁰ C), lo mismo que el almacenamiento prolongado, provoca la hidrólisis parcial del almidón en azúcares lo que tiene como consecuencia provocar un gusto dulce en los tubérculos.

Así mismo es necesario recordar que las papas absorben fácilmente los olores extraños por lo que conviene no almacenar en un lugar accesible a los vapores de los carburantes, de los disolventes, etc. (La patata, 1967).

2.10 ENNEGRECIMIENTO ENZIMÁTICO

El ennegrecimiento enzimático se produce en la superficie de la carne de los tubérculos crudos cuando son pelados o cortados y mantenidos durante cierto tiempo expuestos al aire. Esta reacción indeseable supone un inconveniente para la utilización doméstica, pero es sobre todo perjudicial en la transformación industrial. La causa del ennegrecimiento enzimático es la producción de pigmentos coloreados por la oxidación de las sustancias fenólicas del tubérculo bajo la acción de enzimas (fenolasas). Los dos principales fenoles de la papa son el ácido clorogénico y la tirosina. Se ha demostrado que el ácido clorogénico es oxidado rápidamente por las fenolasas en compuestos poco coloreados, mientras que la oxidación de la tirosina, más lenta, conduce a compuestos de color naranja o rojo (quinonas), pardos y luego negros (melaninas). Algunas variedades son más susceptibles de ennegrecer que otras (Gravouelle, 1998).

Muchos métodos permiten que no se produzca el ennegrecimiento de las papas, aunque solamente algunos de ellos son utilizables en la práctica por

razones de costos, de toxicidad, de reglamentaciones o de efectos secundarios (por ejemplo, decoloración y exudación de agua). Entre esos métodos tenemos;

a) la inactivación de la tirosina por el calor (pasteurización, blanqueo), es muy eficaz, aunque modifica las características sensoriales del producto y, por tanto, no puede ser utilizada en todos los casos, como sucede con las papas conservadas crudas;

b) la reducción del pH para retrasar la actividad de las fenolasas que se anula a pH=3 (Santerre, 1991).

c) el retraso de la absorción del oxígeno por los tejidos, por inmersión rápida en agua fría ligeramente salada o por acondicionamiento en vacío o en gases neutros con la ayuda de laminas que producen un cierre hermético al oxígeno.

d) la adición de compuestos reductores que transforman las quinonas formadas en fenoles. A veces es eficaz el ácido ascórbico aunque son generalmente necesarias cantidades elevadas para evitar completamente el ennegrecimiento. El anhídrido sulfuroso, producto poco costoso, es muy eficaz y ampliamente utilizado. En la práctica industrial, el bisulfito o metabisulfito sodico son preferidos al gas sulfuroso porque son de utilización fácil y producen menos alteraciones de sabor. La eficacia del tratamiento depende de las formas de pelado y corte, de la concentración del baño y del tiempo de inmersión, así como del pH (Stevelink, 1964).

2.11 ENNEGRECIMIENTO NO ENZIMATICO

El ennegrecimiento no enzimático es la consecuencia de un conjunto de reacciones complejas que conducen a la formación de pigmentos pardos a negros (melanoidinas) que alteran el olor y el sabor de los productos acabados, especialmente los chips y los fritos y, en menor medida, los productos

deshidratados, apertizados o esterilizados. Pone en actividad sustancias aminadas y azúcares de función reductora (glucosa, fructuosa) aunque también puede ser provocado por otros compuestos hidratos como el ácido ascórbico, los ortofenoles y los productos de oxidación de los lípidos.

Los procedimientos utilizables para prevenir el ennegrecimiento no enzimático no son muchos:

- a) lavado con agua a 70-80 °C;
- b) utilización de sales cálcicas que actúan sobre los aminoácidos.
- c) utilización de sulfitos que actúan sobre las aldosas para dar sulfonatos estables (alargamientos del periodo de inducción y retraso en la aparición de los pigmentos).
- d) acoplamiento de la fritura con una desecación al microondas o con aire caliente (Badui, 1985).

2.12 REACCION DE MAILLARD

Es una reacción que se lleva a cabo entre un grupo aldehído o cetona, proveniente de azúcares reductores, y grupos amino de aminoácidos provenientes de las proteínas; los compuestos pigmentados insolubles que se producen se denominan melanoidinas, dándose también otros compuestos volátiles y solubles. Los azúcares reductores que pueden favorecer esta reacción son las aldohexosas como la glucosa y los disacáridos como la maltosa. Entre estos aminoácidos el que mas fácilmente reacciona es la lisina, seguido de la arginina, el triptófano y la histidina.

Las condiciones físicas son determinantes para que se produzca la reacción; el pH mas favorable para el oscurecimiento es ligeramente alcalino; la actividad del agua desempeña un papel importante en estas reacciones, que están propiciadas para bajos contenidos de la misma, mientras que altos contenidos

impedirán que se desarrollen; aunque ya se ha comentado anteriormente que las altas temperaturas no son necesarias, se comprueba que a medida que estas aumentan la reacción se ve favorecida. Los compuestos producidos durante esta reacción (oscuros y de sabor “amargo” o a “quemado”) son tóxicos para el consumo humano.

Por eso la industria requiere de variedades con bajos contenidos en azúcares reductores: inferiores al 0.1% del peso fresco es ideal para la producción de hojuelas y mas alto de 0.33% es inaceptable (Duplessis et al, 1996).

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización Geográfica del sitio experimental

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Saltillo Coahuila, México; localizada entre los paralelos 25^a 22^a de latitud norte y los meridianos 101^a 103^a de longitud oeste y a una altura 1743 msnm.

La determinación de los análisis químicos se llevó a cabo en el Departamento de Nutrición y Alimentos y del departamento de Ciencias Básicas.

3.2 Diseño Experimental

En el trabajo se uso un diseño de bloques al azar para las diferentes variables (Humedad, Ceniza, Grasa, Proteína, Fibra Cruda, Materia orgánica, Azúcares totales y Almidón), cada muestra se trabajo por triplicado, excepto por el almidón, azúcares solubles y materia orgánica que fue por duplicado.

3.3 Materia prima.

Se utilizaron tubérculos de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Gigant. La semilla fue traída del Estado de Michoacán, y se sembró en el Depto. de Horticultura de la UAAAN, Buenavista, Saltillo Coahuila. Una vez cosechada la papa, se lavo y se guardo en un lugar fresco para los análisis posteriores.

3.4 Material y Equipo.

Equipos.

Marca

Balanza granataria	Explorer OHAUS, modelo E02140
Espectrofotómetro	Sequola-Turner Corporation, modelo 340

Estufa	Telco , modelo 27
Licuada	Osterizer, modelo ADO-M
Mufla	Lindbberg, modelo FURNACE 1500
Balanza granataria	Saufer
Balanza analítica	A&D
Parrillas de calentamiento y agitación	Thermoline Nuova II Stir Plate
Sistema Kjeldahl	Labconco
Sistema Soxhlet	
Refrigerador	Hotpoin
Material de laboratorio	

Reactivos.

- Yodo
- Yoduro de potasio.
- Tartrato de sodio y potasio.
- Hexano.
- Tolueno.
- Hidróxido de sodio 45%
- Agua destilada.
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Acido sulfurico 93 -98%
- Zinc granular. (Lentejas)
- Acido borico 4%
- Rojo de metilo.
- Sulfato de potasio.
- Sulfato de cobre.
- Alcohol etílico al 80%.

3.5 Descripción de tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos y el testigo, con un diseño experimental de bloques al azar, distribuidos en cinco repeticiones, los tratamientos se describen a continuación.

Ácido benzoico.....	10^{-4} molar
Ácido benzoico.....	10^{-6} molar
Ácido salicílico.....	10^{-4} molar
Ácido salicílico.....	10^{-6} molar
Testigo (agua)	

Las variables a evaluar para cada muestra en el análisis bromatológico fueron humedad, ceniza, grasa, fibra, proteína, azúcares totales, almidón y materia Orgánica.

Los métodos descritos a continuación son los oficiales sugeridos por la A.O.A.C 1980 para la determinación de análisis.

3.6 DETERMINACION DE GRASA (Método de extracción continuo Soxhlet)

En un dedal limpio e identificado colocar 4 gr de papa picada sin cáscara y después tapar con algodón. Colocar el dedal dentro de un sifón el cual se fija aun matraz bola con peso constante y que contienen 200 ml de hexano. Conectar el sifón al condensador, colocar el matraz sobre el nido y abrir la llave del agua. La extracción dura de 14 a 16 horas, después de completar la extracción sacar el dedal del sifón y guardar la muestra para determinar fibra cruda.

El matraz bola se mete a la estufa durante toda la noche y al siguiente día se saca y se coloca dentro de un desecador por 30 minutos y pesar.

El cálculo para determinar el porcentaje de grasa se realiza siguiendo la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{peso del matraz} + \text{extracto etéreo} - \text{peso del matraz solo} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D.C., U.S.A. pp. 132.

3.7 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD. (Destilación azeotrópica)

Se determina por el método de destilación azeotrópica: consiste en lavar la papa, secarla y pelarla. Se corta en pequeños trozos y se pesan 10 gr que se colocan en un matraz bola sin que la papa llegue a tocar las paredes del matraz. Agregar tolueno hasta cubrir la muestra. Colocar la trampa de tolueno sobre el matraz y unirla al refrigerante, llenar el codo colector de la trampa con tolueno. Colocar la parrilla de calentamiento y graduarla a la máxima temperatura. Conectar el refrigerante a la llave del agua y permitir que el flujo sea constante. Destilar hasta que el menisco convexo de la interfase de separación entre el agua y el tolueno permanezca constante en una de las divisiones de la escala del codo colector de la trampa, aproximadamente 40 minutos o un poco más. Esperar a que se desenturbie el tolueno del tope del codo colector, antes de desconectar el aparato. Tomar la lectura. Para los cálculos se multiplica la lectura del codo colector o tubo de Bidwell por 10.

Goering H.K., P.J.Van Soest, 1975, Forage fiber analysis. Agriculture Handbook N° 379, Agricultural Research Service United States Department of Agriculture.

3.8 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

Se depositan 2gr de muestra de papa sin cáscara en un crisol de porcelana (peso constante) y se coloca el crisol dentro de la mufla a 600°C durante 2hrs. Se saca el crisol de la mufla, la muestra debe tener un color blanco se coloca el crisol dentro de un desecador por 15 minutos para posteriormente pesar en la balanza analítica y registramos el peso.

El cálculo para determinar el porcentaje de ceniza se realiza siguiendo la siguiente fórmula

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol solo} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D.C., U.S.A. pp. 31

3.9 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Método Kjeldhal)

Se utilizó el método Kjeldhal, el cual consiste en agregar en un matraz kjeldhal 2 gr de muestra, de 6 a 7 perlas de vidrio, una cucharada de mezcla catalítica (sulfato de potasio, sulfato de cobre) y 30 ml de H₂SO₄ concentrado. Se coloca el matraz kjeldhal en el aparato digestor Kjeldhal. La digestión finaliza cuando el líquido está claro. Se deja enfriar el matraz para continuar con la destilación. Con cuidado agregar 300 ml de agua por las paredes del matraz kjeldhal, 110 ml de NaOH al 45% y 3 granallas de zinc, conectar el aparato de destilación Kjeldhal. En un matraz erlenmeyer de 500 ml agregar 50 ml de ácido bórico al 4%, 6 gotas de colorante mixto y colocarlo bajo el condensador introduciendo el tubo dentro del mismo para recibir el destilado anterior y coleccionar de 250 a 300 ml de volumen.

Titular con ácido sulfúrico estandarizado (0.1 N) hasta que desaparezca el color verde y cambie a rosa pálido.

El cálculo para determinar el porcentaje de proteína se realiza siguiendo la siguiente fórmula

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 - \text{Blanco (0.3 Normalidad del Acido)} (0.014) \times 100 \times 6.25}{\text{Gramos de muestra}}$$

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D.C., U.S.A. pp. 220

3.10 DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN.

Se utilizó el método de Fernández Reyes, el cual consiste en agregar 2.2 gr de almidón a 100 ml de agua fría y agitar. Se añaden 700 ml de agua hirviendo y agitar por 5 minutos.

La curva de calibración se realiza de la siguiente manera: se toma una alícuota de 20 ml de almidón y se incuba a 20 °C, se añade 4 ml de agua y 2.5 ml de NaOH 0.5 N. de ésta se toman alícuotas de 4.0, 2.0, 1.5, 1.0, 0.8, 0.6 y 0.4 y se agrega agua destilada en el mismo orden 0, 0.2, 2.5, 3.0, 3.2, 3.4 y 3.6. a cada mezcla se agregaron 6 ml de agua y 10 ml de solución diluida de yodo. Se toman 2 ml de cada una y se le añaden 98 ml de agua destilada a cada una. Se agita muy bien y se lee en el espectrofotómetro a 620 nm.

Para las muestras se toman 10 gr de muestra y se licua con agua destilada bien fría. En un tubo de ensaye se filtra, el tubo debe permanecer dentro de una charola con hielo. Se toman 4 ml y se agregan 5 ml de yoduro de potasio. Se analiza en el espectrofotómetro a 620 nm.

3.11 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES

Se pesa 4 gr de muestra, se coloca en un dedal limpio e identificado y se tapa con algodón. Colocar el dedal en el sifón y fijarlo bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante). En una matraz bola (a peso constante) se agregan 200 ml de alcohol y lo colocamos bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento. Abrimos la llave de agua y prendemos las mantas de calentamiento. La extracción es de 14 horas. Después se saca el dedal del sifón y se recupera el alcohol, los matraces se ponen en la estufa a 80 °C por toda la noche, al día siguiente se sacan los matraces y se ponen en un desecador por 30 minutos y se pesan hasta que estén a peso constante.

El cálculo para determinar el porcentaje de azúcares totales se realiza siguiendo la siguiente fórmula

$$\% \text{ Azúcares solubles} = \frac{[\text{PCMEA} - \text{PCMS}] \times 100}{\text{GMH}}$$

Donde:

PCMEA = Peso constante del matraz mas extracto etéreo de azúcares

PCMS = Peso constante del matraz solo

GMH = Gramos de muestra húmeda

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D.C., U.S.A. pp. 46

3.12 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA.

Se pesa con exactitud 2 gr de muestra desengrasada y se coloca dentro de un vaso de Bercellius. Se añade 100 ml de H₂SO₄ y se pone a calentar durante 30 minutos. Se filtra el contenido en una tela para quitar el exceso de H₂SO₄ (enjuagar con agua caliente). Se pasa nuevamente el residuo al vaso y se

agrega 100 ml de NaOH al 25 % y se pone a hervir durante 30 minutos y se enjuaga nuevamente con agua caliente.

El residuo se transfiere a un crisol de porcelana, se coloca el crisol en la estufa por 12 horas, posteriormente se pone a enfriar el crisol en el desecador y se pesa. Hay que preincinerar metiendo el crisol con la muestra a la mufla a una temperatura de 100 °C por 3 horas, sacar y enfriar en el desecador durante 15 minutos. Pesar y registrar el peso.

$$\% \text{ Fibra Cruda } = \frac{\text{peso del crisol con fibra} - \text{peso del crisol con ceniza}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D.C., U.S.A. pp. 134

3.13 DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGANICA

Se pesa 0.5 gr de muestra en la balanza analítica y se coloca en un crisol de porcelana limpio y seco (peso constante). Se introduce el crisol dentro de la estufa a una temperatura de 480°C por 1hr. Se apaga la mufla y dejamos que se enfríe. Sacamos el crisol y se coloca con mucho cuidado en un desecador por un tiempo de 20 minutos. Se pesa y se registra el peso.

$$\% \text{ Materia Orgánica} = 100 - \left[\frac{(A - B)}{P} \times 100 \right]$$

Donde:

B = Peso del crisol solo

A = Peso del crisol mas las cenizas

P = peso de la muestra en gramos

Gómez Palacio Manuel. Manual de Laboratorio. Analisis de suelos, aguas y plantas.1997. pp. 145.

4.1 RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente cuadro se presentan las variables evaluadas tales como; proteína, grasa, ceniza, humedad, fibra, azúcares totales, almidón y materia orgánica, que no mostraron diferencia significativa, excepto por la variable fibra quien si mostró diferencia significativa siendo el mejor tratamiento el ácido benzoico 1×10^{-6} molar (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Valores promedio de las variables obtenidas en al análisis bromatológico de la papa.

Tratamientos	VARIABLES (%)				
	Proteína	Grasa	Ceniza	Humedad	Fibra
AB $\times 10^{-4}$	1.800 a	0.735 a	0.983 a	74.667 a	1.542 b
AB $\times 10^{-6}$	2.033 a	0.783 a	0.983 a	77.333 a	2.783 a
AS $\times 10^{-4}$	1.800 a	0.844 a	0.968 a	74.667 a	0.833 c
AS $\times 10^{-6}$	1.667 a	0.693 a	0.963 a	77.333 a	0.730 c
Testigo	1.900 a	0.858 a	0.973 a	75.333 a	0.853 c

Promedios con la misma literal dentro de la columna son iguales según Tukey (($P \leq 0.05$)).

A continuación se presenta el análisis de cada una de las variables evaluadas.

Proteína

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) y la tabla de comparación de medias de Tukey (0.05), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo podemos apreciar que en el tratamiento AB $\times 10^{-6}$ molar hay un porcentaje mayor de proteína (Cuadro 4.1).

Los resultados obtenidos son altos comparados con los de Gonzáles (2003) donde reportó un 1.4% de proteína, mientras que Smith (1975) reportó un 1.5%.

Grasa

Para la variable grasa al efectuar el análisis de varianza y de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$) no se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos; sin embargo se puede observar que el testigo es quien supera a los demás tratamientos con un porcentaje de 0.858% de grasa (Cuadro 4.1).

Los resultados obtenidos son similares a los que reporta Gonzáles (2003) 0.83% de grasa. Los valores son similares a lo que se reporta en la literatura quien nos menciona que el porcentaje de lípidos o grasa cruda en la papa en fresco es muy bajo.

Ceniza

Para esta variable el analisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) se muestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero se puede observar que los tratamientos con ácido benzoico ($AB \times 10^{-4}$ y $AB \times 10^{-6}$) fueron los que mostraron mejor respuesta y obteniendo los mejores resultados (Cuadro 4.1).

Los resultados concuerdan con lo mencionado por Gonzáles (2003) quien reporta un 0.090 % de ceniza, mientras que Woolfe (1987) reporto un 0,5% de ceniza.

Humedad

Al efectuar el analisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) no se encontró diferencia significativa para los tratamientos, sin embargo se indica que los tratamientos ácido salicílico y ácido benzoico ($AS \times 10^{-6}$ y $AB \times 10^{-6}$) son los que muestran mejor respuestas. Según la literatura el agua es uno de los principales constituyentes, pero gran cantidad de agua en los tubérculos lo hace un producto de corta vida para el almacenamiento.

Los resultados obtenidos son altos comparados con los de González (2003) quien reporto un 70% de agua, mientras que Cabaret (1975) reporto un 77% (Cuadro 4.1)

Fibra

Para esta variable si existe diferencia significativa entre los tratamientos, donde encontramos que el mejor tratamiento fue el ácido benzoico ($AB \times 10^{-6}$) teniendo un valor de 2.7% de fibra. Mientras que en la literatura se menciona que la fibra alimentaría representa el 1-2% del tota de la papa y se encuentra preferentemente en la piel.

Los resultados obtenidos son altos en comparación con los que obtuvo González (2003) quien reporto 1.8% de fibra, mientras que Woolfe (1987) reporta un 2.1% de fibra cruda. Cuadro 4.1

Cuadro 4.2. Valores promedio de las variables obtenidas en el analisis bromatológico de la papa.

Tratamiento s	VARIABLES		
	Azúcar	Materia orgánica	Carbón orgánico
$AB \times 10^{-4}$	3.416 a	98.500 a	38.410 a
$AB \times 10^{-6}$	2.716 a	98.550 a	38.430 a
$AS \times 10^{-4}$	3.394 a	98.310 a	38.335 a
$AS \times 10^{-6}$	2.778 a	98.340 a	38.345 a
Testigo	3.208 a	98.340 a	38.330 a

Promedios con la misma literal dentro de la columna son iguales según Tukey ($P \leq 0.05$).

Azúcar

Al efectuar el análisis de varianza y la tabla de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo encontramos que el ácido benzoico ($AB \times 10^{-4}$) fue el que mostró mejor respuesta (Cuadro 4.2).

Los resultados obtenidos son inferiores a lo que reportó González (2003) donde obtuvo un 5.6% de azúcares. Estos valores pueden depender de la variedad de papa que se analizó, además del almacenamiento que se les da después de la cosecha. La literatura señala que la concentración de azúcares es baja. Es importante controlar la concentración de azúcares de la papa con objeto de prevenir las reacciones de pardeamiento no enzimático o de Maillard (Badui, 1986).

Materia orgánica

Para esta variable al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para los tratamientos. Al realizar la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), indicó que los valores son iguales estadísticamente (Cuadro 4.2).

Carbón orgánico

Para esta variable al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para los tratamientos. Al realizar la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), indicó que los valores son iguales estadísticamente (Cuadro 4.2).

En la figura 4.1, se muestra el comportamiento de la concentración de proteína (%) respecto a la aplicación de los diferentes señalizadores. Los resultados nos indican numéricamente que el tratamiento $AB \times 10^{-6}$ es el que mostró mejor respuesta obteniendo el mayor porcentaje de proteína, superando al testigo y al resto de los tratamientos.

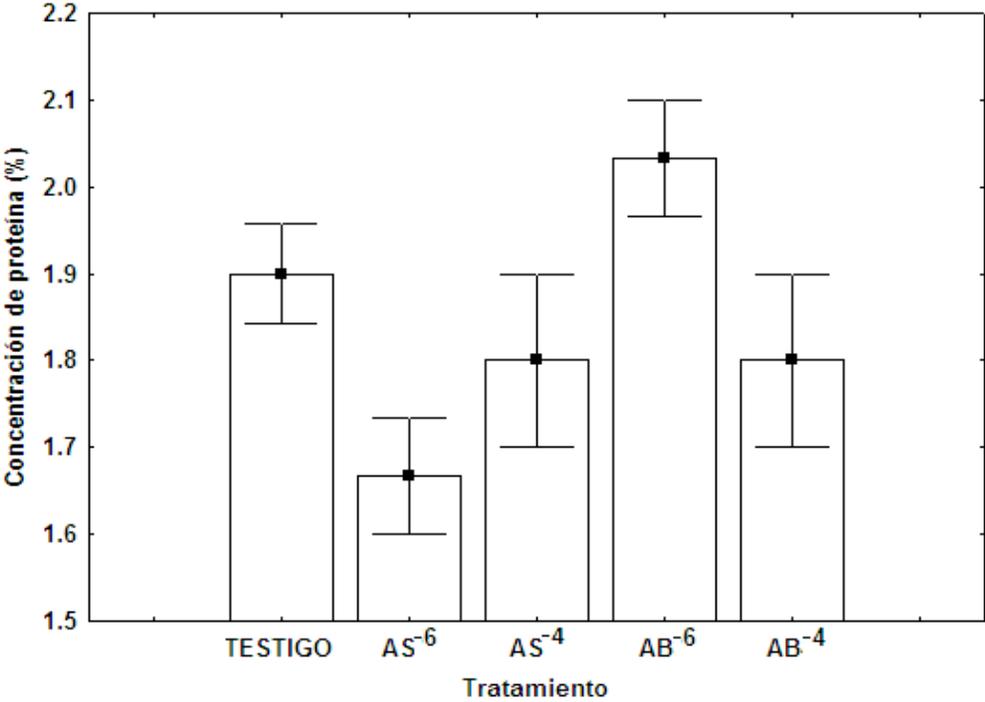


Figura 4.1: Comportamiento de la concentración de proteína de la papa tratada con diferentes señalizadores del estrés.

En la figura 4.2 se observa el comportamiento de la variable grasa, los resultados nos muestran como el testigo supera a los demás tratamientos. Cabe mencionar que el tratamiento $AS \times 10^{-4}$ quien es superado por el testigo es el que muestra una concentración de grasa mayor en comparación con los demás tratamientos.

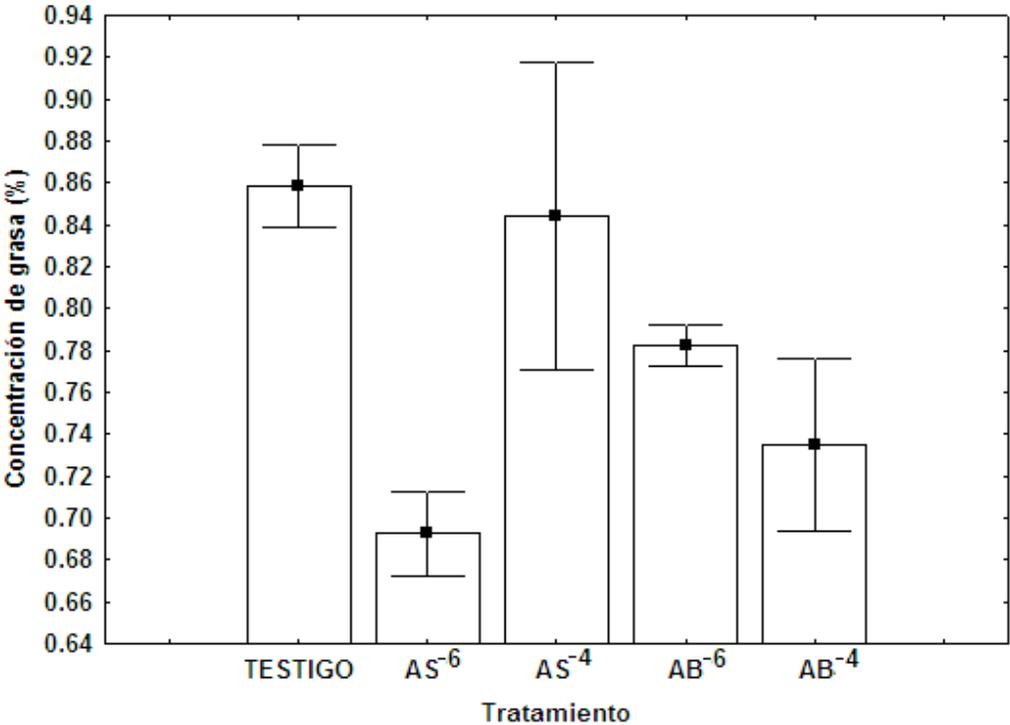


Figura 4.2: Comportamiento de la concentración de grasa de la papa tratada con diferentes señalizadores del estrés.

En la figura 4.3 se muestra el comportamiento de la concentración de fibra cruda con respecto a la aplicación de los señalizadores. Los resultados nos muestran que el tratamiento $AB \times 10^{-6}$ favorece la mayor concentración de fibra y supera de una manera considerable al resto de los tratamientos y al testigo.

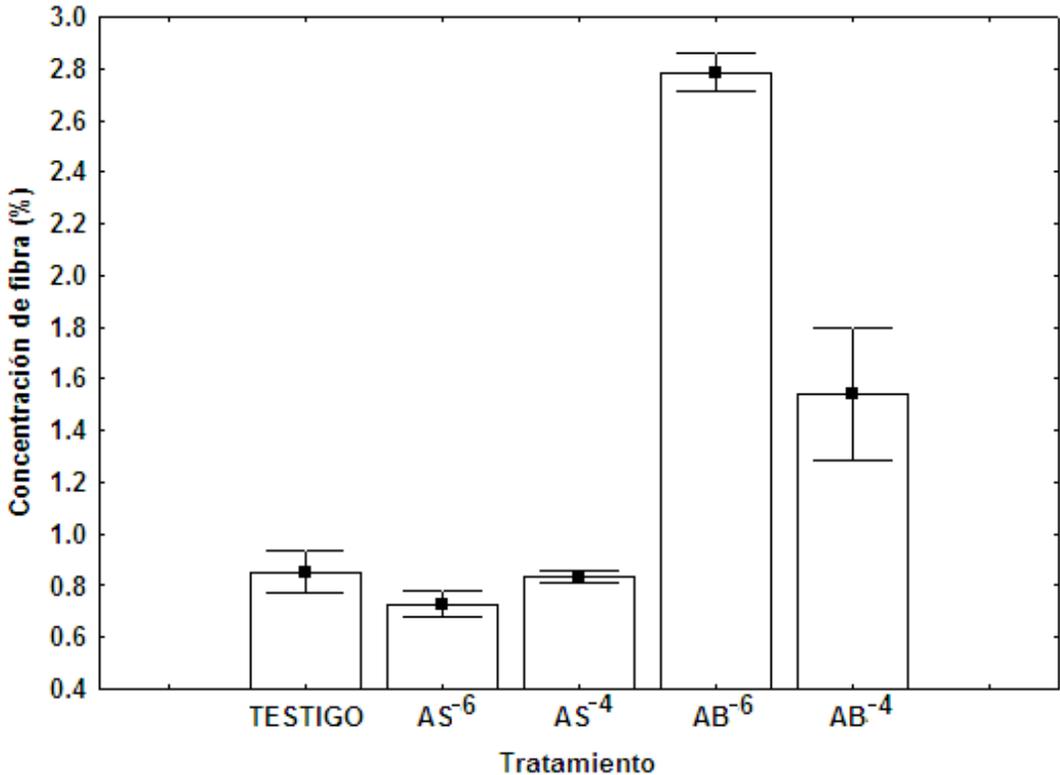


Figura 4.3: Comportamiento de la concentración de fibra cruda de la papa tratada con diferentes señalizadores del estrés.

En la figura 4.4 observamos el comportamiento de la variable azúcar, los resultados nos indican que el tratamiento $AB \times 10^{-4}$ es quien favorece la mayor concentración de azúcar, seguido por el tratamiento $AS \times 10^{-4}$ ambos superan al testigo y a los demás tratamientos.

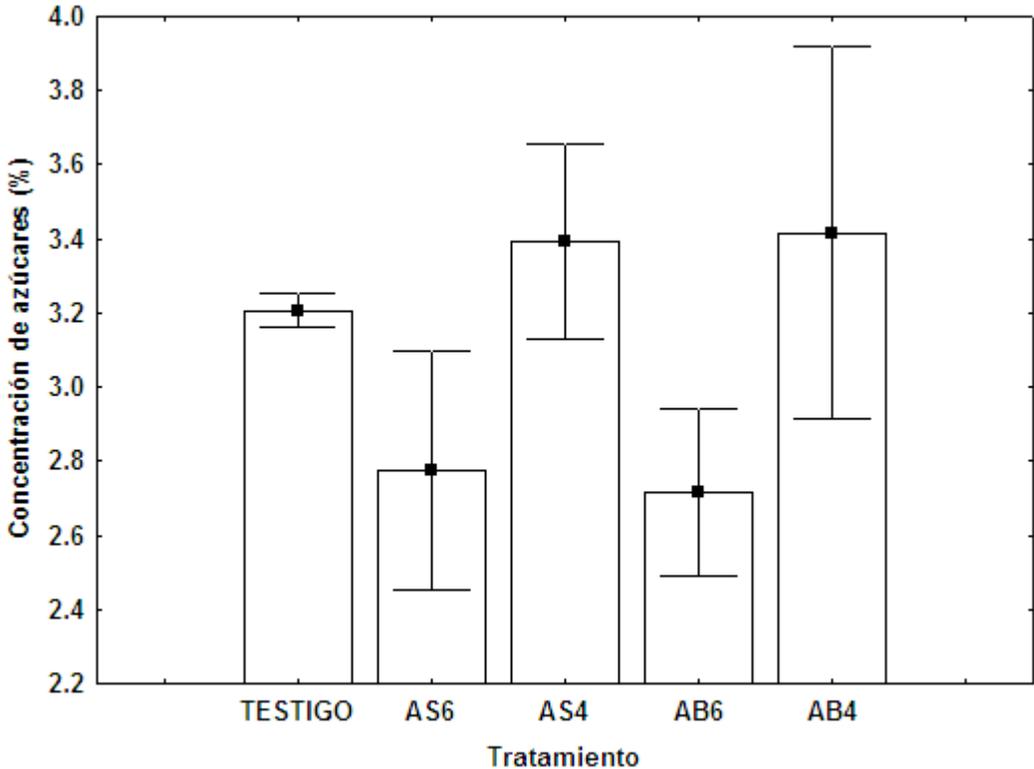


Figura 4.4: Comportamiento de la concentración de azúcares solubles de la papa tratada con diferentes compuestos orgánicos

5.1 CONCLUSIONES

- Se encontró que con la aplicación del ácido benzoico ($AB \times 10^{-6}$), se incrementó el contenido de fibra en el tubérculo.
- Se observó que la aplicación de los señalizadores no dio lugar a cambios en el contenido nutricional de la papa, a excepción de fibra.
- Se observó que cada uno de los señalizadores ejerció una acción particular en cada una de las variables del contenido nutricional.

6.1 LITERATURA CITADA

Álvaro Montaldo. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José, Costa Rica, 1984.

Badui Jergal, Salvador. 1985. Química de los alimentos. Ed Alambra Universidad. México.

Bianchini F. 1974. Frutos de la tierra. Gran enciclopedia agropecuaria. Editorial AEDOS, Barcelona España. P-2224

Burton, W.G. The potato. Wageningen Veenam and zonen, 1996, 362p.

Cabrera, R.P. 1991. Diagnostico sobre el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el área de influencia de la UAAAN.

Clark, C.F, Lombard, P.M y Whiteman, E.F. Cooking quality of potatoes as measured by specific gravity. American pot. jour. 17:38-45-1940

Claridades agropecuarias, 1998.

Cherif y BenAbdelKader, 1970; Cherif, 1973).

CONAPAPA. VI Congreso nacional de productores de papa. Memorias, 20-23 sep. 1995

Crosnier, J.C; Montigny, C., 1981: Agronomic et qualite de la pomme de terre. Proc. 8th EAPR trien. Conf. Munich, 55-79

Douglas Horton. La papa, producción, comercialización y programas. Cip, Lima, Editorial agropecuaria Hemisferio sur S.R.L. 1992.

Fabián, L.T. 1976. La patata. Editorial Aedos, Barcelona, España.

Gutiérrez, Coronado, M.A. 2002. Aplicación de ácidos policarboxílicos y salicílico en el rendimiento y calidad de papa y calabacita. Plant physiol. Bioch. 36(8):225-80

J.C.Cullen y A.R.Wilson. Producción comercial de patatas y su almacenamiento. Editorial Acriba Zaragoza, España, 1971

Harris, Lorin. Estudio y análisis de la producción de alimentos, 1970, México

- Lang, K, Biochimie der Ernahrungl. Dietrich steinkopff. 1957.441p.
- La papa, Producción, comercialización y programas. Douglas Horton, Cip,
Lima, Editorial Agropecuaria Hemisferio sur. 1992.
- Lorenzo, Fabian. La patata. Editorial AEDOS, Barcelona, 1967.
- Luciano Flores F. Experiencias en la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum*). Feb.2003
- Monreal Pinal, Luis.2001.Importancia de la papa en la región de Navidad, Nuevo León.
- Montigny, C.1983. Adaptación de la pomme de terre aux besoins des industries alimentaires. Pomme Terre tr; 414, 11-22.
- Papas. Manuales para educación agropecuaria. Editorial trillas, 6ta reimpresión nov.1987.
- P.Rouselle, y Robert, J.C Crosnier. La patata. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Barcelona, 1999.
- Sergio Abel López. Estudio de la efectividad biológica del SPROUT-NIP 7A (Chlorpropham) en papa (S.T) durante el almacenamiento.
- SEP.1987.Papas manual para la educación agropecuaria. Editorial trillas, México. D.F
- Siller, C.J.H. 2000.Analisis de hortalizas en México. Revista productores de hortalizas. Año 9, Nª10. Octubre del 2000. Publicación Periódica Meister Publioning Co. 8-12.
- Talburt, W.F y Smith, O. Potatoe processing. Wesport, Avi. Publishing Co; 1959.475p.
- UAAAN 1997. Guía técnica para el mejoramiento de la papa. Depto de Fitomejoramiento, Buenavista, Saltillo, México, pp.18.
- Valadez, A.1992. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, 4ta reimpresión, México.
- Weaver Robert J. 1989. Regulador del crecimiento de las plantas en agricultura.

APENDICE

Análisis de varianza de la variable proteína

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	3	1.800	0.173	0.1000
AB6	3	2.033	0.115	0.0667
AS4	3	1.800	0.173	0.1000
AS6	3	1.667	0.115	0.0667
TEST	3	1.900	0.100	0.0577

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.223	4	0.056	2.88	0.0797
Error experimental	0.193	10	0.019		
Total	0.416	14			

Análisis de varianza de la variable grasa

TRATAMIENTOS	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	3	0.735	0.071	0.0413
AB6	3	0.783	0.017	0.0100
AS4	3	0.844	0.127	0.0734
AS6	3	0.693	0.035	0.0202
TEST	3	0.858	0.034	0.0197

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.060	4	0.015	3.12	0.0658
Error experimental	0.048	10	0.005		
Total	0.108	14			

Analisis de varianza de la variable ceniza

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	3	0.985	0.007	0.0050
AB6	3	0.983	0.008	0.0044
AS4	3	0.968	0.031	0.0176
AS6	3	0.963	0.042	0.0242
TEST	3	0.973	0.012	0.0067

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.001	4	0.000	0.36	0.8281
Error experimental	0.006	9	0.001		
Total	0.007	13			

Analisis de varianza de la variable humedad

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	3	74.667	3.055	1.7638
AB6	3	77.333	3.055	1.7638
AS4	3	74.667	2.309	1.3333
AS6	3	77.333	3.055	1.7638
TEST	3	75.333	1.155	0.6667

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	22.400	4	5.600	0.81	0.5478
Error experimental	69.333	10	6.933		
Total	91.733	14			

Analisis de varianza de la variable fibra

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	3	1.542	0.438	0.2530
AB6	3	2.783	0.128	0.0737
AS4	3	0.833	0.128	0.0240
AS6	3	0.730	0.090	0.0520
TEST	3	0.853	0.141	0.0817

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	8.968	4	2.242	47.05	<0.0001
Error experimental	0.476	10	0.048		
Total	9.444	14			

Analisis de varianza de la variable azucares

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	2	3.416	0.709	0.5013
AB6	2	2.716	0.320	0.2262
AS4	2	3.394	0.373	0.2638
AS6	2	2.778	0.456	0.3225
TEST	2	3.208	0.064	0.0450

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.898	4	0.225	1.17	0.4221
Error experimental	0.956	5	0.191		
Total	1.854	9			

Analisis de varianza de la variable Materia orgánica

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	2	98.500	0.170	0.1200
AB6	2	98.550	0.212	0.1500
AS4	2	98.310	0.099	0.0700
AS6	2	98.340	0.170	0.1200
TEST	2	98.340	0.085	0.0600

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.095	4	0.024	0.99	0.4887
Error experimental	0.120	5	0.024		
Total	0.215	9			

Analisis de varianza de la variable Carbón orgánico

Tratamiento	n	Media	Desviación estándar	Error estándar
AB4	2	38.410	0.071	0.0500
AB6	2	38.430	0.085	0.0600
AS4	2	38.335	0.035	0.0250
AS6	2	38.345	0.064	0.0450
TEST	2	38.330	0.057	0.0400

Fuente de Variación	Suma De Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p
Tratamientos	0.017	4	0.004	1.04	0.4683
Error experimental	0.021	5	0.004		
Total	0.038	9			