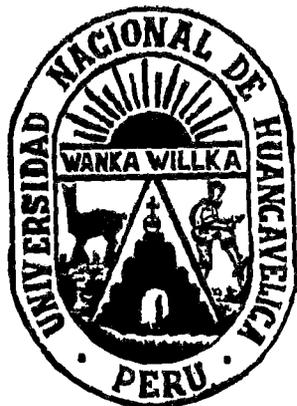


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

TESIS

**“NIVELES DE FERTILIZACIÓN AZUFRADA EN EL
INCREMENTO DE LA INTENSIDAD DE LA PIGMENTACIÓN DE
LA PULPA DE PAPA EN ZONAS ALTOANDINAS DE LA
REGIÓN JUNÍN”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
MANEJO AGRONÓMICO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
Isabel Luz SANTIAGO BONILLA**

HUANCAMELICA – 2014

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de Común Era", auditorio de la facultad de Ciencias Agrarias, a los 10 días del mes de abril del año 2014, a horas 11:00 am; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

- Presidente** : Dr. David RUIZ VILCHEZ
- Secretario** : Mg.Sc.Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO
- Vocal** : Ing. Carlos Raúl VERÁSTEGUI ROJAS
- Accesitario** : Ing. Jesús Antonio JAIME PIÑAS

Designado con RESOLUCIÓN N° 171-2011- FCA-UNH; del proyecto de investigación:

"NIVELES DE FETILIZACIÓN AZUFRADA EN EL INCREMENTO DE LA INTENSIDAD DE LA PIGMENTACIÓN DE LA PULPA DE PAPA EN ZONAS ALTOANDINAS DE LA REGIÓN JUNIN"

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: SANTIAGO BONILLA, Isabel Luz

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación.

Finalizado la evaluación, se invitó al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO



POR: UNANIMIDAD

DESAPROBADO



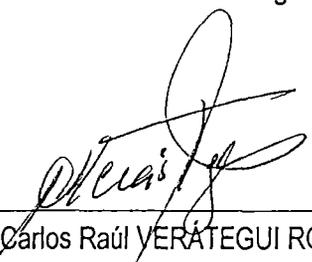
En conformidad a lo actuado al pie.



 Dr. David RUIZ VILCHEZ
 Presidente



 Mg. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO
 Secretario



 Ing. Carlos Raúl VERÁSTEGUI ROJAS
 Vocal

ASESORES: Ing. Isaac Nolberto ALIAGA BARRERA
Dra. Luz Noemí ZÚÑIGA LÓPEZ

DEDICATORIA

A:

Mi madre María Elena Bonilla Sauñi por el amor y confianza que me brinda.

A mis hermanas y sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS por iluminar y bendecir mi camino y por estar en los momentos más difíciles de mi vida, en el cual me permitió llegar a la meta y culminar la carrera profesional de Ingeniero Agrónomo con gran éxito.
- A la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH) y en especial a la Escuela Académico Profesional de Agronomía (EAPA), por contribuir en la formación de profesionales con habilidad y capacidad de desempeño en el ámbito laboral.
- A mis padres por brindarme la mejor herencia de esta vida, una carrera profesional, basada en principios y valores. Por darme el amor, esfuerzo, apoyo moral, comprensión y motivación para realizarme profesionalmente.
- A mi asesor el Ing. Isaac Nolberto Aliaga Barrera por el apoyo incondicional en la realización del trabajo de tesis.
- A la Dra. Luz Noemí Zúñiga López por el asesoramiento y las facilidades que me brindó para la ejecución y culminación del trabajo de tesis
- Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), por brindarme la oportunidad de realizar satisfactoriamente mi trabajo de tesis.
- Al personal de INIA por su colaboración en la realización del proyecto.

ÍNDICE

ASESOR	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
	Pág.
CAPÍTULO I. PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Objetivos:	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4. Justificación	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	16
2.2 Bases Teóricas	19
2.2.1. Biodiversidad de la papa	19
2.2.2. Especies	21
2.2.3. Variedades de papa.	22
2.2.3.1. Variedades en estudio.	23
2.2.4. Azufre.	25
2.2.4.1. Fertilización y aplicación del azufre	26
2.2.4.2. Azufre en el suelo	27
2.2.4.3. Azufre en las plantas.	27
2.2.4.4. Deficiencia de azufre en la planta.	28
2.2.4.5. Fuentes de azufre.	28
2.2.4.6. Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	29
2.2.4.7. Rango de dosis que produce toxicidad.	29
2.2.5. Producción.	30

2.2.6. Antocianina	31
2.2.6.1. Factores que alteran la estabilidad de la antocianina.	32
2.2.6.2. Efectos positivos de las antocianinas sobre la salud.	33
2.2.6.3. Estructura de las antocianinas.	33
2.2.6.4. Copigmentación	35
2.2.7. Antioxidantes.	36
2.3. Hipótesis	38
2.4. Variables de estudio	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Ámbito de estudio	40
3.1.1. Ubicación política	40
3.1.2. Ubicación geográfica	40
3.1.3. Factores climáticos	40
3.2. Tipo de investigación	40
3.3. Nivel de Investigación	41
3.4. Método de Investigación	41
3.4.1. Procedimientos	41
3.5. Diseño de Investigación	42
3.5.1. Diseño Experimental	42
3.5.2. Tratamientos	43
3.5.3. Croquis experimental	43
3.5.4. Datos del croquis experimental.	44
3.5.5. Tratamiento a evaluar.	44
3.6. Población, Muestra, Muestreo	44
3.6.1. Población	44
3.6.2. La muestra.	44
3.6.3. El muestreo.	45
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	45
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos	46
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.	49
IV. RESULTADOS	

4.1. Crecimiento morfológico tuberización, floración y fructificación.	50
4.1.1. Altura de planta.	50
4.1.2. Rendimiento (número, tamaño y peso del tubérculo).	54
4.1.3. Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.	59
4.1.4. Niveles de toxicidad.	60
4.1.5. Intensidad de pigmentación morada y roja.	62
4.1.6. Cantidad de antocianinas.	65
4.1.7. Cantidad de antioxidantes.	67
4.1.8. Evaluación de fritura.	68
4.2. Discusión.	69
4.2.1. Crecimiento morfológico tuberización, floración y fructificación	69
4.2.2. Rendimiento (número, tamaño y peso del tubérculo).	70
4.2.3. Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.	70
4.2.4. Niveles de toxicidad.	70
4.2.5. Intensidad de pigmentación morada y roja.	71
4.2.6. Cantidad de antocianinas.	71
4.2.7. Capacidad de antioxidantes.	71
4.2.8. Calidad de fritura.	72
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Evaluación sensorial para hojuelas fritas.	19
Cuadro N° 2. Especies de papas cultivadas.	22
Cuadro N° 3. Cceccorani.	23
Cuadro N° 4. Huayro Macho.	24
Cuadro N° 5. Leona.	25
Cuadro N° 6. Azufre en la composición de algunos cultivos.	26
Cuadro N° 7. Acumulación porcentual de nutrientes en la planta de papa.	28
Cuadro N° 8. Toxicidad aguda de algunas sustancias representativas.	30
Cuadro N° 9. Clasificación de colores.	35
Cuadro N° 10. Análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días (tuberización).	51
Cuadro N° 11. Análisis de varianza de la altura de planta 90 días (floración).	51
Cuadro N° 12. Análisis de varianza de la altura de planta a los 120 días (maduración).	51
Cuadro N° 13. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ de altura de planta a los 60 días.	52
Cuadro N° 14. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ de altura de planta a los 90 días (floración).	53
Cuadro N° 15. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ de altura de planta a los 120 días (fructificación).	54
Cuadro N° 16. Análisis de Varianza del número de tubérculos por planta.	55
Cuadro N° 17. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ número de tubérculo por planta.	55
Cuadro N° 18. Análisis de Varianza de peso de tubérculos por planta.	56
Cuadro N° 19. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ peso de tubérculos por planta.	57
Cuadro N° 20. Concentración de azufre en la pulpa de papa (mg/kg pulpa).	59
Cuadro N° 21. Análisis de varianza de la intensidad de pigmentación morada y roja de la pulpa de papa.	63
Cuadro N° 22. Análisis de varianza de la cantidad de antioxidantes de las tres variedades (Cceccorani, Huayro Macho y Leona).	67
Cuadro N° 23. Rango de puntaje de la evaluación de fritura de las tres variedades.	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico °01. Derivados del ácido cromán – 2sulfónico.	34
Gráfico N°02. Rendimiento del cultivo de papa con niveles de fertilización azufrada.	58
Gráfico N° 03. Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.	60
Gráfico N° 04. Niveles de toxicidad de azufre de la pulpa de papa de la variedad Cceccorani	61
Gráfico N°05. Niveles de toxicidad de azufre de la pulpa de papa de la variedad Huayro Macho	62
Gráfico N° 06. Niveles de toxicidad de azufre de la pulpa de papa de la variedad Leona.	62
Gráfico N° 07. Intensidad de pigmentación de la variedad Cceccorani expresado en porcentaje.	64
Gráfico N° 08. Intensidad de pigmentación de Huayro Macho expresado en porcentaje.	64
Gráfico N° 09. Intensidad de pigmentación de la variedad Leona expresado en porcentaje	65
Gráfico N°10. Cantidad de antocianinas de la variedad Cceccorani expresado en mg/100g.	66
Gráfico N° 11. Cantidad de antocianinas de la variedad Huayro Macho expresado en mg/100g.	66
Gráfico N° 12 Cantidad de antocianinas de la variedad Leona expresado en mg/100g.	66
Gráfico N° 13 Capacidad de antioxidante de las tres variedades de papa (Cceccorani, Huayro Macho y Leona).	68

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA N° 1. Preparación del terreno.	85
FOTOGRAFIA N° 2. Siembra de los tubérculos.	85
FOTOGRAFIA N° 3. Fertilización.	86
FOTOGRAFIA N° 4. Labores culturales.	86
FOTOGRAFIA N° 5. Evaluación de la variable altura de planta (Fase tuberización).	87
FOTOGRAFIA N° 6. Evaluación de la variable altura de planta (Fase floración).	87
FOTOGRAFIA N° 7. Picado de las papas.	88
FOTOGRAFIA N° 8. Prueba de intensidad de pigmentación de la pulpa de papa.	88
FOTOGRAFIA N° 9. Pigmentación fritura – Cceccorani testigo	89
FOTOGRAFIA N° 10. Pigmentación fritura – Cceccorani tratamiento uno.	89
FOTOGRAFIA N° 11. Pigmentación fritura – Cceccorani tratamiento dos.	90
FOTOGRAFIA N° 12. Pigmentación fritura – Cceccorani tratamiento tres.	90
FOTOGRAFIA N° 13. Pigmentación fritura – Cceccorani tratamiento cuatro.	91
FOTOGRAFIA N° 14. Pigmentación fritura – Huayro Macho testigo.	91
FOTOGRAFIA N° 15. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento uno.	92
FOTOGRAFIA N° 16. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento dos.	92
FOTOGRAFIA N° 17. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento tres.	93
FOTOGRAFIA N° 18. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento cuatro.	93
FOTOGRAFIA N° 19. Pigmentación fritura – Leona testigo.	94
FOTOGRAFIA N° 20. Pigmentación fritura – Leona tratamiento uno.	94
FOTOGRAFIA N° 21. Pigmentación fritura – Leona tratamiento dos.	95
FOTOGRAFIA N° 22. Pigmentación fritura – Leona tratamiento tres.	95
FOTOGRAFIA N° 23. Pigmentación fritura – Leona tratamiento cuatro.	96

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en las variedades Cceccorani, Huayro Macho y Leona. El experimento fue establecido bajo un diseño experimental de parcelas divididas con bloques al azar y tres repeticiones. La parcela grande correspondió a las tres variedades: Cceccorani, Huayro Macho y Leona, la parcela chica a los niveles de fertilización que fueron testigo, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 kg/parcela de K_2SO_4 . Las variables consideradas fueron: crecimiento de planta a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, rendimiento (número y peso del tubérculo), niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa, niveles de toxicidad, Intensidad de pigmentación morada y roja, cantidad de antioxidantes y cantidad de antocianinas. El análisis estadístico que se usó fue análisis de varianza para evaluar el efecto de la fertilización azufrada en la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa. Se efectuaron las pruebas de comparación múltiple de medias de Duncan para conocer si existieron diferencias de las variables de estudio. El análisis de varianza mostró para la mayoría de las variables, alta diferencia significativa, en relación a la variable rendimiento para el número de tubérculos no se encontraron diferencia estadística en las variedades, al igual que para el peso de tubérculos no se encontró diferencia significativas en la interacción variedad y niveles de fertilización. La comparación múltiple de medidas evidenció diferencias alta mente significativas entre cultivares en todas las variables de estudio y en los tratamientos.

INTRODUCCIÓN

El Perú es el primer productor de papa en Sudamérica con 26.6%, superando a Brasil (25.1%), Colombia (14,8%) y Argentina (14,0%). Aunque en el ámbito mundial la producción peruana representa solo el 1,2%, bastante alejada de los grandes productores como son China (21,1%), India (11,3%) y Rusia (6,5%). De acuerdo con el estudio realizado por la consultora Maximixe, la producción peruana de papa y su consumo ha aumentado a un ritmo estable en los últimos siete años. Entre el 2004 y 2011, la producción del tubérculo pasó de 3,01 millones de TM a 4,01 millones de TM, lo que significó un crecimiento 3,3% en el promedio anual, mientras que el consumo per cápita creció de 67 Kg. a 83 Kg. (8,9% de incremento). En este mismo periodo, la superficie sembrada pasó de 271 9 mil has a 317.9 mil has, equivalente a un crecimiento anual de 2.6%, lo que trajo como consecuencia que el rendimiento promedio subiera de 14.5 TM/ha a 17,8 TM/ha (2,6% de incremento). En la actualidad las variedades cultivadas de papa en el Perú sumas 3000 y en mundo se identifican 3.900. En cuanto a las especies nativas el Perú posee una gran biodiversidad de mayor importancia agronómica y alimenticia que se siembra en pisos altitudinales entre 3,500 a 4,200 msnm unas 65 mil hectáreas y de las cuales dependen aproximadamente 22 mil familias. En la sierra central se estima 25 toneladas de papa producida teniendo aptitud para el procesamiento lo cual presenta solo el 2.1 % del total de la papa producida en esta región que es de 1 187 228 tn. considerando que la papa que produce en la sierra central del país no cumple los estándares de calidad y características que exige la industria del procesamiento de la papa. La mayoría de papas producidas en esta zona del país se caracterizan por su gran calidad culinaria, alto contenido de materia seca, alto contenido de antocianinas, antioxidantes y una gran diversidad de color de pulpa de los tubérculos, variando de blanca, amarilla, roja, morada con combinaciones vistosas y únicas. Algunas variedades nativas al momento de realizar la fritura la mayoría de ellas pierden el color o pigmento de la pulpa de papa, ante esto los productores de papas nativas se ven afectados por la baja o nula aceptación en la industria del procesamiento de papas fritas (hojuelas y tiras fritas), cosméticos y cremas. Por otro lado los problemas afectan alrededor de 95 000 familias productoras de papas nativas, la

papa que producen generalmente no es aceptada por la industria procesadora por lo tanto casi todo el volumen de papa producida tiene que ser comercializada como papa para consumo en fresco, pero a precios muchas veces por debajo de su costo de producción, como consecuencia de la sobre oferta de este tipo de papa .Razón por la cual se desarrolló el trabajo de investigación "Niveles de fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en zonas alto andinas de la región Junín", considerando que el azufre es un macro nutriente secundario esencial necesario para la formación de aminoácidos, vitaminas, enzimas.

I. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

El cultivo de papa es muy importante para la humanidad como principal producto alimenticio, por tener muchas utilidades tanto gastronómicas como comerciales, este cultivo tiene pigmentaciones de acuerdo a la variedad, debido a su alto contenido de antioxidantes, fenoles y antocianina pigmento natural benéfico para el hombre, ante ello la producción actual de papas nativas requerida por las empresas industriales no reúnen las condiciones adecuadas para la elaboración de cosméticos, cremas y hojuelas debido a la baja concentración de pigmentación y antocianina. Por tal razón se realizó el proyecto de investigación "Niveles de fertilización azufrada para el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa (*Solanum sp.*), variedades morada y roja como son: Cceccorani (*S. stenotomun*), Huayro Macho (*S. x chaucha*) y Leona (*S. x Andigena*) en el anexo de Marca valle, distrito de Pucará y provincia de Huancayo, con el fin de incrementar la pigmentación de la pulpa.

1.2. Formulación del Problema

¿Qué niveles de fertilización azufrada tiene efecto en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en el anexo de Marca valle?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar el efecto de la fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa en las variedades Cceccorani, Huayro Macho y Leona.

1.3.2. Específicos

- Evaluar el crecimiento de la planta y potencial de rendimiento de las variedades en estudio.
- Identificar los niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa en el incremento de la intensidad de pigmentación.
- Identificar los límites de toxicidad del tubérculo con los diferentes niveles de fertilización azufrada.
- Identificar la variedad con mayor intensidad de pigmentación morada y roja con fines agroindustriales, sin modificación de sus características culinarias naturales.
- Evaluar la cantidad de antioxidantes y antocianina de las variedades en estudio.
- Evaluar la calidad de fritura.

1.4. Justificación

Científico:

El presente proyecto de investigación contribuirá como fuente de información científica del efecto del azufre en la pigmentación y el nivel de toxicidad de la fertilización azufrada que se aplique.

Social:

Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los pobladores del lugar a través de la producción de papas nativas asegurando la aceptación de las empresas industriales.

Económico:

Permitirá mejorar e incrementar la canasta familiar promocionando trabajo y estableciendo mercado con empresas que dan valor agregado a las papas nativas con mayor intensidad de pigmentación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Daviusqui (2007), estudió los cambios en el contenido y rendimiento de antocianinas y fenólicos totales en cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa morada y roja, durante su desarrollo en Texas y Colorado. En ambas localidades, el contenido de antocianina y fenoles (mg/100 g de tejido) disminuyó a medida que el tubérculo desarrolló y maduró, mientras que el peso de tubérculos (kg), el rendimiento total tn/ha y el rendimiento de compuestos fenólicos kg/ha aumentaron. Los días más largos y temperaturas frías en Colorado favorecieron el contenido de ACY y PHEN en los tubérculos cosechados en 2.5 y 1.4 veces respectivamente, que aquellos obtenidos en Texas. La cosecha de tubérculos en periodos tardíos de madurez maximizó los rendimientos de compuestos fenólicos, mientras que el contenido de glico alcaloides se minimizó. Esta información puede ser útil para mejoradores y productores de papa, con el fin de seleccionar las condiciones apropiadas de cultivo que aumenten el rendimiento de colorantes y antioxidantes, en papas de pulpa morada y roja, para utilización en las industrias nutraceuticas y de alimentos.

Reyes et al. (2005), evaluaron papas (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa morada y roja para determinar su contenido total de antocianina (ACY), compuestos fenólicos total (PHEN) y capacidad antioxidante. Los compuestos ACY y PHEN estuvieron distribuidos por todo el tubérculo; sin embargo se encontró una mayor concentración en el extremo distal. Aunque las concentraciones en la piel del tubérculo fueron de 0.9 a 1.6 veces más que en la pulpa, el aporte total del ACY y PHEN de la piel de una rodaja de papa fue de aproximadamente 20%. Estas observaciones difieren de la idea generalizada de que los fitonutrientes se acumulan mayormente en la piel de los tubérculos. El contenido de ACY y PHEN de los tubérculos de los diferentes genotipos de papa de pulpa morada y roja

estuvo entre los límites de 11 a 174 mg de cianidina-3-glucosido/100 g de peso fresco y de 76 a 180 mg de ácido clorogénico/100 g de peso fresco respectivamente dependiendo del lugar y genotipo. La alta correlación positiva entre la capacidad antioxidante y ACY y PHEN sugiere que estos compuestos son principalmente responsables de la capacidad antioxidante. Estos resultados proporcionan información muy importante y útil a los mejoradores e investigadores para incrementar antioxidante y el valor funcional de las papas de pulpa morada y roja para el consumo y las industrias nutraceuticas.

Saavedra y Alcalde (2004), manifiestan que hoy en día existe una tendencia al consumo de sustancias de origen natural, por lo que la industria alimentaria busca cada vez más la obtención de alimentos funcionales, a los que se les añaden componentes naturales o no, con propiedades beneficiosas para la salud. Las restricciones en el uso de algunos colorantes artificiales por ser altamente tóxicos y perjudiciales para la salud humana, hacen que la búsqueda de nuevas fuentes de colorantes naturales sea un interés permanente. Las antocianinas junto a los carotenos flavonoides, son los pigmentos que han ido adquiriendo cada vez mayor importancia y que ofrecen mayores perspectivas para su uso como colorantes naturales en alimentos, ya que además de sus características cromóferas poseen propiedades vitamínicas, antioxidantes y otras. El objetivo del presente trabajo fue realizar el análisis cuantitativo de las antocianinas contenidas en los tubérculos coloreados de isaño, papa y oca procedentes de la región de Candelaria - Cochabamba, mediante Cromatografía de Alta Resolución con Detector de Diodos, lo que permitiría conocer su posible valor biológico y así mismo ser considerados como recursos agroindustriales para el desarrollo de una alternativa viable en la producción de antocianos por su alto contenido de pigmentos y su bajo costo. De los tres tubérculos analizados, el que presenta un contenido mayor de antocianos totales es la papa, seguida del isaño y de la oca. La presente investigación se realizó dentro del marco del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Peng y Markakis (1963), estudiaron el color de la fresa debido a pigmentos vegetales (flavonoides) conocidos como antocianinas. De ellas la apelargonidina-3-glucosidoes la más abundante en el fruto, presente en una relación con respecto a la cianidina-3

glucósido, siguiente en abundancia con un grupo de pigmentos hidrosolubles cuyo color puede variar del rojo al azul pasando por el naranja. Los grupos OH que aparecen en las posiciones 3 y 5 suelen estar generalmente unidas a azúcares tales como glucosa, galactosa, etc. que a su vez pueden estar esterificadas con ácidos como el cafeico y acético. Las antocianinas reaccionan por condensación y dan lugar a compuestos muchos más complejos que pueden tener otro tipo de coloración. Son objetos de degradación enzimática causada por glucosidasas que rompen enlaces entre ion flavilio y el azúcar, peroxidasas y fenolasas, dichas enzimas pueden ser activada con la incorporación de fertilizantes que sintetizan aminoácidos y son reductoras de azúcares.

Disponibilidad de papa nativa como materia prima.

Los estudios de **Alvares (1996)**, en Snacks fritos (chips o Hojuelas), de la variedad Ccompis, Huayro, Peruanita y Papa Blanca, se realizó mediante el proceso de fritura, el rendimiento depende del contenido de materia seca de las papa. Cuanto más materia seca menos agua tiene que evaporar y menos aceite absorbe la materia prima. Durante la fritura sucede reacciones entre azúcares reductores y aminoácidos (Reacción Maillard) que causan oscurecimiento del producto y también afectan el sabor. Cuando la reacción de este es excesiva puede dar al producto un color demasiado oscuro y un sabor amargo. La reacción Maillard es más fuerte cuando la temperatura es más alta y el contenido de humedad del producto es muy bajo. Como el contenido de azúcares reductores es el factor más importante como causa de la reacción Maillard, se recomienda que el contenido de estos sea lo más bajo posible, menor de 0.25 %. Probablemente es difícil llegar a esta cifra con las variedades nativas. Para este tipo de materia prima se debe establecer 2% como límite máximo de azúcares reductores. El contenido de humedad de las hojuelas fritas debe ser de 1.5 – 2.5% para que sean crocantes y tengan la textura adecuada. El aceite debe ser de origen vegetal. Después el aceite debe ser escurrido. Las variedades nativas con un alto contenido de materia seca se adaptan muy bien a este proceso por dar buenos rendimientos y no absorber demasiado aceite durante la fritura. Sin embargo la existencia de diversas marcas

nacionales e importadas en el mercado actualmente dificultan la introducción de este producto con papas nativas de mayor costo de producción.

Cuadro N°1. Evaluación sensorial para hojuelas fritas.

Parámetros de evaluación	Ccompis	Peruanita	Huayro	Yungay
Apariencia general	19	20	33	48
Color	20	19	33	48
Aroma	24	25	23	48
Sabor	20	23	30	45
Crocantes	26	15	35	45
promedio	21.8	20.4	30.8	46.8

Fuente: elaborado por este estudio (1996).

Al comparar las tres variedades usadas para preparar las papas fritas, las de la variedad Ccompis mostraron mejor color y fueron más crocantes. Su color era más claro que el de la variedad Huayro y blanca. El color de los chips hechos con papa blanca era más oscuro. La decoloración de este chip puede ser causada por diferentes factores como el contenido de azúcares reductores, hierro, compuestos fenólicos y ácido ascórbico. La papa Huayro tenía buenas características organolépticas su color era dorado, notándose también la típica coloración de su variedad: las manchitas doradas tenía buen sabor y textura. La papa blanca por su parte no era crocante, debido a su menor contenido de materia seca, carbohidratos totales y almidón. En la prueba de degustación las hojuelas hechas con papa Ccompis y peruanita obtuvieron la mejor aceptabilidad, las hojuelas hechas con papa Huayro el segundo lugar y las de papa blanca el último.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1. Biodiversidad de la papa

Los sistemas de producción de la papa necesitan un suministro constante de nuevas variedades obtenidas del conjunto completo de genes de la papa. La biodiversidad de la papa corre peligro, algunas variedades antiguas cultivadas durante milenios se han perdido y las especies silvestres sufren a causa del cambio climático. Los sistemas agrícolas en pequeña escala de los Andes promueven la polinización cruzada de las flores de la papa, que es vital para

mantener la diversidad de las variedades locales, creadas por los agricultores. Con el apoyo del CIP, las comunidades andinas han creado un "parque de la papa" en el cual existen unas 1 200 variedades tradicionales de papa.

La papa forma parte del sistema multilateral establecido mediante el Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, formulado por iniciativa de la FAO. Este tratado, que entró en vigor en 2004, tiene como objetivo la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y la distribución equitativa de los beneficios que se obtienen de su utilización. El Centro Internacional de la Papa, con sede en el Perú, mantiene el banco más grande del mundo de germoplasma de la papa, que tiene unas 1 500 muestras de cerca de 100 especies silvestres recogidas en ocho países latinoamericanos, y unas 3 800 variedades de papas tradicionales cultivadas en los Andes. Esta colección se mantiene y se administra a través de un acuerdo con el órgano rector del Tratado internacional sobre los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura y, como todas las colecciones que reúnen los requisitos para recibir financiación del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos, está disponible para los Fito mejoradores de todo el mundo que lo soliciten. Conservación de la biodiversidad de la papa en los Andes. Como han perdido muchas variedades tradicionales de papa, los agricultores peruanos de los Andes hoy toman medidas para conservar y utilizar en forma sostenible las que quedan. Seis comunidades quechuas firmaron un acuerdo con el Centro Internacional de la Papa, que reconoce los derechos de las comunidades sobre las variedades de papas que han producido. Según este pacto, el banco de genes del CIP devuelve a las comunidades los recursos genéticos de la papa, y los conocimientos asociados a los mismos. Ellas crearon un "parque de la papa" en una zona de conservación, donde cultivan y cuidan las plantas. Esta repatriación de fito diversidad mantiene en efecto el control local de los recursos genéticos. El parque, con una superficie de 15 00hectáreas, es una "biblioteca viva" de diversidad genética de la papa, con unas 1200 variedades de papas cultivadas en las tierras altas. Uno de los objetivos a largo plazo es

restablecer el total de las 4 000 variedades de papas conocidas en el valle, lo que permitiría al parque funcionar como segundo centro de origen de este vital cultivo básico. (Información proporcionada por el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO. 2008).

2.2.2. Especies

Bonierbale y Amorós (2001), mencionan que las papas o patatas, se asocian a la especie descrita por Linneo como (*Solanum tuberosum*). Sin embargo, de acuerdo con el Centro Internacional de la Papa (C.I.P.), son ocho las especies de papa cultivadas presentes en el continente americano: *Solanum goniocalix*, *Solanum juzepczukii*, *Solanum x curtilobum*, *Solanum x ajanhuiri*, *Solanum x chaucha*, *Solanum stenotomun*, *Solanum phureja* y, la ya mencionada, *Solanum tuberosum* en la que se reconocen dos subespecies (*ssp tuberosum* y la *ssp andigena*) *Solanum x juzepczukii*, *Solanum x ajanhuiri* y *Solanum x curtilobum* son papas amargas, con las cuales se hace el chuño de la región andina. Excepto la subespecie *tuberosum*, que goza de distribución mundial, el resto tienen una distribución restringida al continente americano, siendo la *ssp andigena* la que presenta una distribución más amplia en la región andina. Además, la papa negra no es la única "rareza" que, aún hoy, se puede observar en el campo y en las mesas de las islas. Existe todo un grupo de cultivares locales cuya antigüedad en nuestra comunidad se desconoce: "Las Papas Antiguas de Canarias". Dentro de este grupo se encuentra una gran cantidad de variedades pertenecientes a las dos subespecies de *S. tuberosum* (*andigena* principalmente) y a *Solanum x chaucha*. Todo ello, constituye un auténtico banco genético que ha conservado durante siglos una valiosa diversidad, cuya riqueza nunca ha sido valorada suficientemente, ni por los canarios en general, ni por sus autoridades.

Cuadro 2. Especies de papas cultivadas.

Especies	Nº cromosomal	Origen
<i>S. ajanhuiri</i>	2x=2n=24	Perú y Bolivia
<i>S. goniocalix</i>	2x=2n=24	Perú
<i>S. phureja</i>	2x=2n=24	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile
<i>S. stenotomun</i>	2x=2n=24	Perú y Bolivia
<i>S. x Chaucha</i>	3x=2n=36	Perú y Bolivia
<i>S. x juzepczukii</i>	3x=2n=36	Perú y Bolivia
<i>S. tuberosum ssp. Andígena</i>	4x=2n=48	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Chile
<i>S. tuberosum ssp. tuberosum</i>	4x=2n=48	Chile
<i>S. x curtilobum</i>	5x=2n=60	Perú y Bolivia

2.2.3. Variedades de papa (*Solanum tuberosum*).

Mayer (2001), indica que han desarrollado miles de variedades de papa, muchas de las cuales van quedando obsoletas por la aparición de otras con mayor rendimiento y adaptabilidad, de manera que sólo se consumen unas pocas decenas. Las variedades se pueden diferenciar por el color de la epidermis y de la pulpa (también llamada "carne"), la resistencia a enfermedades, la duración del ciclo de cultivo y los requerimientos nutritivos, entre otras características de relevancia productiva. Rasgos irrelevantes para la producción, pero que sirven para identificar cultivares, son el color de las flores, la rugosidad de la epidermis y la profundidad de los ojos.

2.2.3.1. Variedades en estudio.

Cuadro N°3. Cceccorani.

NOMBRE COMUN:	CCECCORANI (<i>S. stenotomun</i>)
HABITO DE CRECIMIENTO	Semi erecto
TALLO	
Color:	Verde con pocas manchas
Forma de alas:	Recto
HOJA	
Tipo de disección:	Disectada
Número de folíolos laterales:	: 4 pares
Número de inter hojuelas entre folíolos laterales	3 pares
Número de inter hojuelas sobre peciolulos:	1 par
FLOR	Color predominante: Blanco (intermedio) uniforme
TUBÉRCULO	
Forma:	Oblongo
Color predominante:	Marrón (intenso/oscurο) uniforme
Profundidad de ojos:	Superficiales
Color de pulpa (predominante):	Amarillo - claro
Color secundario de pulpa:	Violeta
Distribución de color secundario:	Anillo vascular ancho
PERIODO VEGETATIVO	Medio
RANGO DE ADAPTACIÓN	3300 - 3800 m.s.n.m.
CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS	
Rendimiento (kg por planta):	
Número de tubérculos por planta	7-9
CALIDAD CULINARIA	Sancochado
CALIDAD INDUSTRIAL	Muy bueno (20 pts.)
MATERIA SECA	32.2%

Cuadro N° 4. Huayro Macho.

NOMBRE COMUN:	HUAYRO MACHO(S. x chaucha)
HABITO DE CRECIMIENTO	Semi erecto
TALLO	
Color:	Verde con pocas manchas
Forma de alas:	Recto
HOJA:	
Tipo de disección:	Disectada
Número de foliolos laterales	4 pares
Número de inter hojuelas entre foliolos laterales:	2 pares
FLOR:	
Color predominante:	Morado (Pálido claro)
Color secundario:	Blanco
Distribución del color secundario:	Acumen en el envés
TUBÉRCULO:	
Forma:	Elíptico
Color predominante:	Rojo morado (intermedio) uniforme
Profundidad de ojos:	Superficial
Color de pulpa (predominante):	Amarillo
Color secundario de pulpa:	Rojo
Distribución de color secundario:	Áreas
PERIODO VEGETATIVO:	Tardío
RANGO DE ADAPTACIÓN:	3300 - 3800 m.s.n.m.
RENDIMIENTO	14.00 tn/ha
NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA:	9 -11
CALIDAD CULINARIA:	Sancochado
CALIDAD INDUSTRIAL:	Calidad: Bueno (15 pts.)

Cuadro N° 5. Leona.

NOMBRE COMUN:	LEONA (S. x Andiger.a)
HABITO DE CRECIMIENTO:	Decumbente
TALLO:	
Color:	Morado
Forma de alas	Dentado
HOJA:	
Tipo de disección:	Disectada
Número de foliolos laterales:	4 pares
Número de inter hojuelas entre foliolos laterales:	3 pares
FLOR:	
Color predominante:	Violeta (intermedio)
Color secundario:	Blanco
Distribución del color secundario:	Acumen en ambos
TUBÉRCULO:	
Forma:	Redondo
Color predominante:	Blanco crema
Color secundario:	Morado (intenso/oscurο)
Distribución de color secundario:	Manchas dispersas
Profundidad de ojos:	Superficial
Color de pulpa (predominante):	Morado
Color secundario de pulpa:	Crema
Distribución de color secundario:	Salpicado
PERIODO VEGETATIVO:	Tardío
RANGO DE ADAPTACIÓN:	3300 - 3800 m.s.n.m.
RENDIMIENTO (kg por planta):	14 tn/ha
NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA:	9 -11
CALIDAD CULINARIA:	Sancochado
CALIDAD INDUSTRIAL:	Calidad: Bueno (15.5 pts.)
MATERIA SECA:	24.95%

Fuente: (Noemí Zúñiga, 2011).

2.2.4. Azufre.

El azufre es un constituyente de tres de los aminoácidos esenciales (cistina, cisteina, metionina), siendo en consecuencia esencial en la síntesis de proteínas. Por su contenido de aminoácidos la papa es valiosa para la nutrición humana. El contenido de azufre de la planta no depende exclusivamente del suministro del

suelo, sino que también está relacionado con las necesidades fisiológicas propias de cada especie.

Cuadro N° 6. Azufre en la composición de algunos cultivos.

Cultivo	Azufre como (%) de la Mat. Seca	Relaciones	
		S/P	S/P
Trigo (grano)	0,16	0,335	0,120
Centeno (grano)	0,15	0,328	0,092
Maíz (grano)	0,20	0,368	0,092
Cebada (grano)	0,25	0,455	0,073
Papa (tubérculo)	0,17	0,459	0,127
Papas (hojas)	0,25		

Fuente Demolon (1996).

En consecuencia, las cantidades de azufre extraído por el cultivo es considerable (alrededor de 10 Kg de azufre por hectárea).

2.2.4.1. Fertilización y aplicación del azufre

Porras (2005), manifiesta sobre la respuesta positiva a la aplicación de fertilizante azufrada, es clara en particular cuando se aplicó sulfato de amonio o sulfato de calcio como fuente, en la dosis de 40 kilos de S/ha, con los cuales se consiguieron incrementos cercanos a las 74 ton/ha, en comparación al tratamiento testigo (sin azufre). Como era de esperarse la respuesta obtenida con el azufre elemental fue muy limitada, resultando explicable por las bajas temperaturas reinantes en el suelo con altitud superior a los 3000 msnm, lo cual limita acentuadamente la oxidación requerida por el S para su conversión a sulfato (SO_4) asimilable por la planta y calidad industrial del cultivo de papa. La aplicación del sulfato de potasio se realiza en pre-siembra, o división entre pre-siembra y fertilizante de arranque; algunas investigaciones han mostrado aplicaciones fraccionadas (de sulfato de potasio), ayudan a incrementar los rendimientos, pero si se aplican más tarde de la tuberización, se reducirá el peso específico. Las plantas son insensible a las altas concentración de

sulfato son de alrededor de 50 mm, como en algunos suelos salinos, el crecimiento de las plantas es afectado adversamente. Deficiencia y toxicidad de azufre en los cultivos, las deficiencias suelen presentarse en las regiones donde los aportes atmosféricos son inferiores a 5-10 Kg S ha⁻¹ año⁻¹ y en los casos en que el contenido de SO₄²⁻ del suelo sea muy bajo, como en los suelos muy lavados. Se han obtenido respuestas positivas de los cultivos a los aportes de sulfatos en muchos países y, especialmente, se han comprobado diferencias notables. El azufre es un constituyente esencial de las proteínas, su deficiencia resulta en una inhibición de la síntesis de las mismas. Por lo tanto en los tejidos de las plantas deficientes en azufre se acumulan aminoácidos que no contienen este elemento, como la asparagina, glutamina y arginina, principalmente; se ha observado en plantas deficientes en azufre, una acumulación de amidas nitrogenadas las cuales están asociadas con un bajo contenido de azúcar, resultado de la pobre actividad fotosintética de las plantas cloróticas deficientes en azufre.

2.2.4.2. Azufre en el suelo

Según **Melgar y Camayo (2005)**, el azufre del suelo se forma como toman las plantas como anión SO₄⁼ que no es atraído por las arcillas del suelo y los coloides orgánicos, excepto en ciertas condiciones. Se mantiene en la solución del suelo y se mueve con el flujo de agua, por lo tanto se puede lixiviar fácilmente. Ciertos suelos acumulan sulfato en el sub suelo que estará disponible para los cultivos de raíces profundas. La mayoría del S en suelos de regiones húmedas está asociado con la materia orgánica. Transformaciones biológicas, similares a las del N, producen sulfatos que son disponibles para la planta.

2.2.4.3. Azufre en las plantas.

Según **Martínez (2009)**, el S es absorbido principalmente como anión sulfato, también puede entrar por las hojas como dióxido de azufre SO₂

presente en el aire. El S es parte de cada célula viviente y forma parte de 2 de los 21 amino ácidos que forman las proteínas así también ayuda a desarrollar enzimas y vitaminas, promueve la modulación en las leguminosas, ayuda en la producción de semillas y es necesario en la formación de clorofila a pesar de no ser un constituyente de este compuesto.

Cuadro N° 7. Acumulación porcentual de nutrientes en la planta de papa

Componentes de la planta				
Nutrientes	Hoja %	Tallo %	Raíz %	Tubérculo %
Nitrógeno	49,85	19,72	3,81	26,62
Fósforo	35,24	31,73	3,67	29,37
Potasio	29,32	32,22	5,06	33,39
Calcio	59,46	34,53	5,05	0,95
Magnesio	33,87	56,75	3,12	6,26
Azufre	94,44	2,74	0,73	20,9

Fuente Coraspe *et al* (2009).

2.2.4.4. Deficiencia de azufre en la planta.

Según Melgar y Camayo (2005), la deficiencia de azufre presentan un color verde pálido en las hojas más jóvenes aun cuando en casos de deficiencia se verá en toda la planta de color verde pálido, crecimiento lento y las hojas se arrugan a medida que la deficiencia progresa. La deficiencia de este nutriente retarda el crecimiento de la planta, las que se ponen uniformemente cloróticas, raquíticas y alargadas con tallos débiles.

2.2.4.5. Fuentes de azufre

Porras (2005), las fuentes comunes de azufre son: sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, tiosulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, polisulfato de amonio $((\text{NH}_4)_2\text{S}_2)$, sulfato de potasio (K_2SO_4) , sulfato de potasio-magnesio $(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4)$, azufre elemental (S), yeso $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ y sulfato de magnesio $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$, la mayoría de las fuentes de S son sulfatos que van de moderadamente a muy solubles en agua. Las formas solubles también incluyen los bisulfatos, tiosulfatos y polisulfatos. La fuente

insoluble en agua más importante es el S elemental que debe primero oxidarse por acción bacteriana para formar sulfato (SO_4^-), para que las plantas puedan utilizarlo.

2.2.4.6. Sulfato de potasio (K_2SO_4).

Es una sal neutra y una muy buena fuente de azufre, la cual comúnmente tiene 17 a 18% y de K_2O (48-52%). Para varios cultivos que toleran mal el cloruro, como el tabaco y las papas, se usa preferentemente el sulfato de potasio como fuente de este elemento. El sulfato de potasio a diferencia el cloruro de potasio, puede aplicarse en cualquier momento tanto en la siembra como en el aporque.

2.2.4.7. Rango de dosis que produce toxicidad.

Hunneus (1998), indica que el azufre es un mineral necesario para la formación del colágeno, una proteína que forma parte de la piel, los huesos, los tendones y los ligamentos. Además algunas vitaminas del grupo B como las vitaminas B1, B5 y B8, contienen pequeñas cantidades de este mineral, también es un componente de la heparina, un anticoagulante que se encuentra en el hígado y en algunos otros tejidos, por lo que este mineral posee un papel importante en la coagulación sanguínea. Además, es un constituyente de los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, motivo por el cual se explica la presencia de este mineral en los alimentos proteicos. La falta de azufre en la dieta provoca un retraso del crecimiento ya que se produce un debilitamiento de la piel y del tejido conjuntivo, componente de la piel, huesos, tendones y ligamentos. Por lo contrario no se ha descrito ningún caso de toxicidad por el exceso de azufre, ya que este se elimina por la orina en forma de sulfato (SO_4^-).

Cuadro N° 8. Toxicidad aguda de algunas sustancias representativas (Tomado de Klaassen *et al*, 1986)

SUSTANCIA QUÍMICA DL50 (mg/Kg)*	
Alcohol etílico	10,000
Sulfato ferroso	1,500
Cloruro de sodio	4,000
Sal sódica del fenobarbital	150
Picrotoxina	5
Sulfato de estricnina	2
Nicotina	1
d-tubocurarina	0.5
Hemicolinium-	3 0.2
Tetrodotoxina	0.10

2.2.5. Producción.

Wissar (2008), indica que en el Perú se siembra anualmente unas 270 mil hectáreas de papa con rendimientos de 11 t/ha. Aproximadamente unas 65 mil hectáreas corresponden a las variedades nativas con rendimientos de 8 a 12t/ha, que se siembran en pisos altitudinales entre 3,500 a 4,200 m.s.n.m. y de las cuales dependen aproximadamente unas 22mil familias. Los principales atributos de las papas nativas son su gran calidad culinaria, alto contenido de materia seca, alto contenido de antocianinas y una gran diversidad de color de pulpa de los tubérculos, variando de blanca, amarilla, roja, morada con combinaciones vistosas y únicas. Pese a exhibir atributos excelentes, las papas nativas también tienen problemas: Bajo rendimiento, susceptibilidad a plagas y enfermedades, poca uniformidad en calidad comercial y ojos profundos y formas caprichosas que dificultan el pelado. Además, se cultivan en áreas reducidas con mal manejo de pos cosecha, una incipiente generación de valor agregado y alto costo de transacción comercial. Las variedades nativas Amarilla del Centro y Huayro son las de mayor demanda en el mercado de consumo nacional seguidas por las variedades Huagalina, Peruanita, Tarmeña, Imilla Blanca, Yana Imilla y Ccompis y entre las variedades de bajo consumo están la Mactillo, Camotillo *Blanco*, *Suito*

Blanco, Chola entre otras. INCAGRO está atendiendo la demanda de productores a fin de poner en valor los atributos de las papas nativas utilizando las tecnologías disponibles para consolidar sus negocios y está apoyando al desarrollo de nuevas tecnologías que podrían generar negocios rentables para el país.

2.2.6. Antocianina

Zevallos (1999), reporta que los pigmentos antocianos son colorantes naturales sintetizados de manera natural por las plantas, confiriendo a los diferentes órganos donde se hallan presente, propiedades importantes para la producción. Para el presente estudio, se colectaron 60 accesiones de las provincias Sur Charangas (Orinoca, Anda marca) y San Pedro de Totora de Oruro que forman parte de las 315 accesiones del germoplasma del CEAC. Para el análisis estadístico cuantitativo y cualitativo se recurrió a los métodos de Pearson y Spearman. La pigmentación observada en el fenotipo de las 315 accesiones de la colección de papas de CEAC, está presente principalmente en órganos como: Tallos, hojas, fruto y tubérculos. La gama de coloración es variable desde rojo marrón a morado negruzco, por la presencia de antocianinas y flavonas. Variables como las flores, tallos, bayas y coloración de la piel de tubérculos muestran correlaciones interesantes.

Cuevas (2008), dice que las antocianinas (del griego *anthos* flor y *kyanos* azul), son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano. Las antocianinas forman parte de la familia de los polifenoles y se definen como flavonoides fenólicos. Los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta de las flores, frutas y verduras se deben a la presencia de estos pigmentos. Las antocianinas se localizan principalmente en la piel de frutas como manzanas, peras, uvas, zarzamoras, ciruelas, de flores como la jamaica, rosas y verduras como col morada, maíz morado y en algunos tubérculos. La función que cumplen es la de atraer seres vivos (principalmente insectos y pájaros) para propósitos de polinización y dispersión de semillas. Existen factores adicionales que afectan el

color como el pH de la célula, el efecto de copigmentación determinado por la presencia de otros flavonoides, temperatura, luz, etc. Las antocianinas, al igual que otras sustancias polifenólicas, se encuentran en la naturaleza en forma de glicósidos, siendo conocidas sus agliconas como antocianidinas, a las cuales se les une un azúcar por medio de un enlace β -glicosídico. Se trata de flavonoides, es decir, sustancias derivadas del núcleo flavano, con un anillo-A benzil y un anillo-B hidroxicinamoil. La estructura de la antocianina es el 2- fenilbenzopirilio de la sal de flavilio. Cuando el residuo de azúcar es un hidrolizado de la antocianina, el resultado es la aglicona, conocida como se menciona anteriormente como antocianidina. Las más comunes formas de antocianidinas son: pelargonidina (color rojo), cianidina, delphinidina, peonidina, malvidina y petunidina. Las antocianinas poseen uniones de azúcar en el anillo-B 3' y 5'-hidroxilos. Los dos tipos más importantes de glucósidos son: el 3-monósidos y el 3-4-diglicósido. Como regla el 3-hidroxil siempre tiene un azúcar, exceptuando 3-desoxipelargonidina, 3-desoxicianidina y 3-desoxidelfina.

2.2.6.1. Factores que alteran la estabilidad de la antocianina.

Efecto del pH

Este es uno de los factores más importantes. Las antocianinas son más estables en un medio ácido que en un medio neutro o alcalino. En medio ácido la forma predominante es la del ión flavilio, el cual da el color rojo, cuando esta es sometida a pH básico o alcalino, el ión flavilio es susceptible al ataque nucleofílico por parte del agua, produciéndose la pseudo base carbinol, esto es a pH 4.5 y seguido se forma la chalcona, las dos formas son incoloras. Conociendo esto, las antocianinas tienen su máxima expresión de color a pH ácidos (pH1), y su forma incolora se produce a pH neutros o alcalinos, debido a esta característica se utilizan a las antocianinas a pH ácido o ligeramente neutro en la industria alimenticia.

Temperatura

La antocianina es destruida por el calor durante el procesamiento y almacenamiento. Un incremento logarítmico en la destrucción de la antocianina ocurre con un incremento en la temperatura.

2.2.6.2. Efectos positivos de las antocianinas sobre la salud.

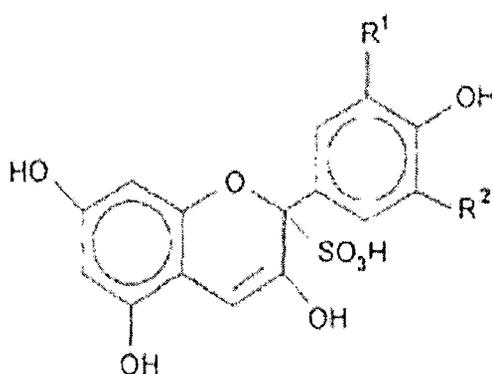
Las antocianinas poseen conocidas propiedades farmacológicas utilizadas para la terapia de un amplio espectro de enfermedades. Las investigaciones realizadas con extractos de *Vitis vinífera* ricos en antocianinas, han mostrado que disminuyen la fragilidad y permeabilidad capilar; también efectos antiinflamatorios y actividad anti edema. Además tienen la propiedad de proteger los vasos sanguíneos del daño ocasionado por los altos niveles de azúcar en la diabetes. Las antocianinas protegen de muchas maneras. Primero, neutralizan las enzimas que destruyen el tejido conectivo. Segundo, su capacidad anti oxidativa previene los oxidantes del tejido conectivo dañado. Finalmente, reparan proteínas dañadas en las paredes de los vasos sanguíneos. La cianidina es un antioxidante 4 veces más fuerte que la vitamina E. La pelargonidina protege el radical amino de la tirosina del peroxinitrilo, un antioxidante altamente reactivo. Por otro lado, la delphinidina interfiere con el radical hidroxil, uno de los oxidantes del cuerpo humano. La capacidad antioxidante se relaciona con el número de grupos –OH que presenten y el lugar de la sustitución. Cuando se ingieren, las antocianinas son destruidas en parte por la flora intestinal y las que son absorbidas se eliminan por la orina y la bilis, con previas transformaciones.

2.2.6.3. Estructura de las antocianinas.

Los antocianos también forman complejos con cationes metálicos, pero no se conoce la importancia de estos sobre el color de las frutas, el desarrollo ocasional de coloraciones anómalas en frutas enlatadas se debe indudablemente a interacciones entre el metal de la lata (cuando

esta alterado el recubrimiento interno) y los antocianos de la fruta. Otra reacción importante de las antocianinas es la que tiene lugar con el dióxido de azufre. El dióxido de azufre, normalmente como sulfito o como meta bisulfito, se utiliza rutinariamente como conservantes antimicrobiano en vinos y zumos de frutas. A elevadas concentraciones (1-1,5%) origina una decoloración total irreversible de los antocianos, pero a menores concentraciones (500-2000 ppm) reacciona con el catión flavilio formando un complejo de adición incoloro, el ácido crómán - 2 sulfónico. La acidificación o la adición de un exceso de acetaldehído (etanol), permite la eliminación de sulfito. A medida que los vinos tintos envejecen, los antocianos van experimentando, lentamente una serie de reacciones con otros flavones incoloros también presentes inicialmente en la piel de la uva, tales como los derivados de la catequina. La formación de un enlace entre la posición 4 de la antocianina y la posición 8 de la catequina da lugar a compuesto de color más intenso y menos susceptible a los cambios de pH y al SO₂.

Figura N° 1 Derivados del ácido cromán - 2sulfónico.



Fuente Muñoz *et al* (2003) - Revista Fitoterapia.

2.2.6.4. Copigmentación

Montilla (2008) dice que la copigmentación es la interacción electrónica planar en los grupos cromóforo de las antocianinas. Los cambios producidos por el copigmento en la región visible del espectro de pigmento es correlacionada con la transformación de la antocianina en agua, estas formas se producen por el ataque nucleofílico del agua. El ión flavilio es casi planar y muestra una deslocalización electrónica, que se extiende por todo el grupo cromóforo, mientras que la forma hemiacetal tiene dos anillos aromáticos sin conjugar y un anillo central en cual no es planar, porque tiene un carbono tetraédrico, por lo tanto el ión flavilio es la única especie capaz de copigmentar, por su forma planar. La copigmentación provoca un efecto hiper crómico. Debido a la baja estabilidad de la copigmentación, se requiere de grandes concentraciones de copigmentos. La copigmentación intermolecular de antocianinas con otros flavonoides produce un incremento en la absorbancia a una longitud de onda visible (efecto hiperocrómico), así como un desplazamiento a longitudes de onda mayores del máximo de absorbancia (efecto crómico); la copigmentación intramolecular es la responsable por la estabilidad del color de antocianinas que poseen dos o más grupos acilos aromáticos. El color se intensifica al incrementar el contenido de ácidos orgánicos como el cinámico y malónico.

Cuadro 9. Clasifica los colores según el porcentaje del cromóforo

COLOR	%
Violeta pálido	0 -20%
Violeta claro	20 -45%
Violetas intenso	20 – 45%
Rojo pálido	45 – 75%
Rojo claro	0 – 20%
Rojo intenso	20 – 45%

2.2.7. Antioxidantes.

Se ha mostrado en diversos trabajos de investigación que los radicales libres tienen una estrecha relación con diversas enfermedades en el ser humano, ya que el problema para la salud se produce cuando nuestro organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres durante muchos años; el ser humano dispone de sistemas destinados a neutralizar el efecto nocivo que ejercen estos compuestos, aunque al parecer, no son lo suficientemente eficientes, por cuyo motivo, debe ingerir compuestos con propiedades antioxidantes como las vitaminas E, beta caroteno, ascorbato o sustancias con propiedades antioxidantes, muchas de las cuales se encuentran en las verduras. Se ha descrito el efecto beneficioso que eventualmente podrían ejercer los flavonoides y algunas vitaminas, aunque existe cierta controversia al respecto, ya que es posible que alguno de ellos pueda tener un efecto pro oxidante como ocurre con la vitamina C, que genera radicales hidroxilo en presencia de metales de transición. La relación entre la presencia de algunas enfermedades, como las cardiovasculares y cáncer entre otras, se puede establecer con la elevación de marcadores de daño oxidativo y disminución de los niveles plasmáticos de antioxidantes, los que pueden ser modificados al aumentar la ingesta de antioxidantes **Olivares et al (2005)**. Los métodos de determinación de la actividad antioxidante se basan en comprobar cómo un agente oxidante induce daño oxidativo a un sustrato oxidante, daño que es inhibido o reducido en presencia de un antioxidante. Esta inhibición es proporcional a la actividad antioxidante del compuesto o la muestra. Por otra parte, hay ensayos que se basan en la cuantificación de los productos formados tras el proceso oxidativo. El método de reducción a través del sistema DPPH* es el más usado actualmente para la determinación de la capacidad antioxidante de alimentos de origen vegetal principalmente en muestras acuosas. Los distintos métodos difieren en el agente oxidante, en el sustrato empleado, en la medida del punto final, en la técnica instrumental utilizada y en las posibles interacciones de la muestra con el medio de reacción. Además, los objetivos de los diferentes métodos de medida son

diversos. Entre ellos señalamos la medida de la resistencia de un alimento a la oxidación, la evaluación cuantitativa del aporte en sustancias antioxidantes o la evaluación de la actividad antioxidante del plasma una vez ingerido el alimento. **Llano et al (2003)**. Los métodos *in vitro* son útiles para comparar la actividad antioxidante de diferentes muestras de alimentos. Los resultados son limitados desde un punto de vista nutricional, ya que no reproducen la situación fisiológica. Para alcanzar una mayor aproximación algunos ensayos incluyen radicales relevantes en los sistemas biológicos (O_2 , H_2O_2 , ROO , OH). Por otra parte, la actividad antioxidante de un alimento *in vitro* difiere de su efecto antioxidante *in vivo*, ya que las transformaciones metabólicas que sufren los compuestos antioxidantes en el organismo modifican su actividad. Ciertos compuestos fenólicos poliméricos que presentan una baja actividad *in vitro* pueden, sin embargo, contribuir a la capacidad antioxidante del plasma después de su transformación metabólica en compuestos más simples. Así, dos muestras de té verde y negro, que daban resultados muy diferentes experiencias *in vitro*, produjeron, tras su consumo, un incremento similar en la capacidad antioxidante del plasma. Por ello es importante tener en consideración aspectos como el grado de absorción de los compuestos, los productos del metabolismo que generan y la actividad de los mismos. Las medidas *in vivo* pueden reflejar las posibles interacciones entre los distintos componentes de la dieta. Sin embargo, existen numerosos aspectos aún desconocidos en las medidas *in vivo*, como el modo de acción de los radicales dentro de los compartimientos celulares y si los compuestos antioxidantes se transportan al interior de los mismos. Estudios donde se utilizaron la técnica del FRAP para determinar la capacidad antioxidante de diversas frutas permiten realizar comparaciones entre diversas fuentes de antioxidantes como es el caso del perejil que tiene una capacidad antioxidante mucho mayor que las frutas, como las fresas, limón, plátano, piña, etc. Por lo que si vemos desde el punto de mayor consumo por ser la papa otro alimento fuente de antioxidantes, sería un alimento con capacidad antioxidante con mayor

disponibilidad. En un estudio realizado en la guayaba (*Psidium guajava* L.) que es una fruta tropical de gran aceptación en los trópicos, donde se consume fresca y procesada se comparó la acidez libre, el pH, el contenido de cenizas, nitrógeno la humedad, junto con el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la piel, el casco y la pulpa de la fruta fresca, y de la pulpa procesada y la mermelada de guayaba. El mayor contenido de polifenoles fue encontrado para la piel de la guayaba (10,36 g/100 g piel) y el menor en la mermelada (1,47 g/100 g mermelada), expresados en base seca. Se encontró en el caso de la papa blanca alcanzó un 46,03% de reducción del DPPH* en relación a la papa amarilla y rosada. En otro estudio, donde se compararon la composición y capacidad antioxidante de algunos cereales y pseudo cereales, mediante la determinación de los polifenoles, los ácidos fenólicos, las fibras y la capacidad antioxidante de extractos acuosos, cetónico y metanólico de alforfón (trigo sarraceno), arroz, soja, quinua y de 3 cultivares de amaranto. **Fernández *et al* (2004).**

2.3. Hipótesis

- **Hipótesis Planteada**

Los Diferentes niveles de fertilización azufrada incrementa la intensidad de la pigmentación en la pulpa de papa.

- **Hipótesis alternante:**

Diferentes niveles de fertilización azufrada no incrementarán la intensidad de la pigmentación en la pulpa de papa.

2.4. Variables de estudio.

Variables Independientes

Niveles de fertilización azufre.

Variables Dependientes

- Crecimiento morfológico (planta, floración, fructificación).
- Rendimiento (número, tamaño y peso del tubérculo).
- Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.

- Niveles de toxicidad.
- Intensidad de pigmentación morada y roja.
- Cantidad de antioxidantes.
- Cantidad de antocianinas.
- Evaluación calidad de fritura.

Variable interviniente.

- Clima

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

3.1.1. Ubicación política

Departamento	: Junín
Provincia	: Huancayo
Distrito	: Pucará
Anexo	: Marcavalle
Región	: Suni.
Altitud	: 4100 msnm

3.1.2. Ubicación geográfica:

Altitud	: 4011 msnm.
Latitud Sur	: 12° 47' 03" de la Línea Ecuatorial
Longitud Oeste	: 74° 42' 49" del Meridiano de Greenwich

3.1.3. Factores climáticos

Precipitación pluvial promedio anual	: 500mm
Humedad relativa	: 42 %
Temperatura promedio anual	: 10°C.

Fuente: Estación experimental SENAMHI -- Pucara Junín.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a un tipo de investigación experimental dado que está ligado a la búsqueda de evaluar experimentalmente el incremento de la intensidad de pigmentación en la pulpa de papa según la fertilización azufrada.

3.3 Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación corresponde al nivel explicativo.

3.4 Método de Investigación

En el presente trabajo de investigación se empleó el método experimental que nos permitió conocer el nivel de intensidad de la intensidad de la pigmentación de la pulpa morada y roja en diferentes niveles de fertilización azufrada.

3.4.1. Procedimientos:

Colección de semilla.

La colección de semilla se realizó durante los meses de Junio en el germoplasma del INIA teniendo en cuenta las variedades que tienen mayor ingreso al mercado por las industrias procesadoras de papas nativas como Cceccorani, Huayro Macho y Leona.

Preparación del suelo.

Antes de instalar el experimento primero se eligió el terreno teniendo en cuenta las características necesarias para la producción de papas nativas, tal como indica WISSAR (2008), que se debe sembrar en pisos altitudinales entre 3,500 a 4,200 m.s.n.m. La preparación del terreno se realizó con anticipación de por lo menos 30 días antes de la siembra, donde primero se midió teniendo en cuenta el croquis experimental que se planteó con el área total 1736 m², se realizó el surcado de 1 m entre surcos, se dividió en tres bloques, con tres repeticiones y 15 tratamientos, dejando 1 m de calle en los extremos y 1 m de calle para cada variedad.

Siembra.

Se sembró en surcos de 1.0 x 0.45 m de planta a planta y se utilizó un tubérculo por golpe.

Fertilización química.

Se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo (160-160-140), procediendo a incorporar 5 niveles de fertilización como son: 0, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 kg/parcela de K₂SO₄, cada nivel se fraccionó a la siembra y al primer aporte.

Labores culturales.

Se realizó el deshierbo a los 30 a 35 días después de la siembra cuando las plantas tenían de 10 a 20 cm de altura. El primer aporque se realizó en forma manual a los 60 días después de la siembra; al mismo tiempo se efectuó la fertilización complementaria ; a los 70 días se procedió al segundo aporque del cultivo, ya que estas labores ayudan a cubrir adecuadamente los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización.

Control fitosanitario.

La enfermedad que se presentó fue *Phytophthora infestans* y *Rhizoctonia solani*, ante esto se aplicó Fitoraz 50 ml/mochila de 20 litros + BB5 10 ml / mochila de 20 litros. Aquí es necesario tomar en cuenta el cambio climático de los meses de Enero a Marzo del 2010 las lluvias continuas que afectó toda la región y sur del país, donde las aplicaciones de Fitoraz + adherente se realizó hasta 8 veces durante el ciclo del cultivo.

Corte del follaje y cosecha.

Se cortó 15 días antes de la cosecha con el fin que la piel de la papa se endurezca y que no se desprenda al momento de la cosecha. La cosecha se realizó manualmente.

3.5 Diseño de Investigación

3.5.1. Diseño Experimental

En el presente experimento factorial (variedad y fertilizante) se utilizó el diseño de parcelas divididas con bloques al azar, con 15 tratamientos y 3 repeticiones. Para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba de DUNCAN.

Modelo aditivo Lineal: $Y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$

Dónde:

Y_{ijk} = variable respuesta de j-ésimo tratamiento del factor A (variedades), factor B (niveles de fertilización) en la i-ésima repetición.

μ = media general

β_k = efecto de la i-ésima repetición.

A_i = Efectos del factor A (variedades).

δ_{ik} = Efecto del factor A (variedades) en la i -ésima repetición.

B_j = Efecto del j -ésimo tratamiento del factor B (niveles de fertilización).

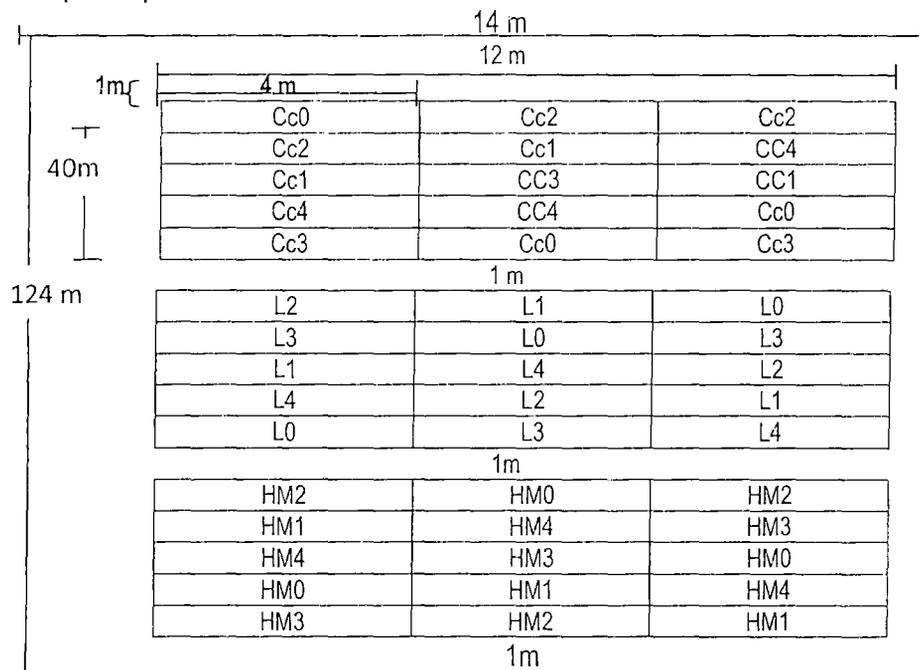
$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A y B.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental del factor A y Factor B.

3.5.2. Tratamientos

FACTOR A = Variedades	FACTOR B = K_2SO_4 (160-160-140)	
Cceccorani	25.2 kg/ha	T1= 0
Huayro macho		T2= 0.15 kg/parcela
Leona		T3= 0.20 kg/parcela
		T4= 0.25 kg/parcela
		T5= 0.30 kg/parcela

3.5.3. Croquis experimental



3.5.4. Datos del croquis experimental.

N°	Descripción	Unidad de medida
01	Número de Repeticiones	3
02	Número de Tratamientos	15
03	Número Total de Unidades Experimentales	45
04	Número de Surcos Por Parcela	4
05	Longitud de Surco	8 m
06	Distancia Entre Surcos	1 m
07	Distancia entre Plantas	0.45 m
08	Número de semilla por Golpe	1
09	Número de Golpes por Surco	17
10	Área de bloque	160 m ²
11	Área por Repetición	480 m ²
12	Área Neta Experimental	1440 m ²
13	Área de Calles	6 m
14	Área Total del Experimento	1736 m ²

3.5.5. Tratamiento a evaluar.

FACTOR A = Variedades (Parcela grande)	FACTOR B = K ₂ SO ₄ (160-160-140) (sub parcela)	
Cceccorani	25.2 kg/ha	T1= 0
Huayro macho		T2= 0.15 kg/parcela
Leona		T3= 0.20 kg/parcela
		T4= 0.25 kg/parcela
		T5= 0.30 kg/parcela

3.6 Población, Muestra, Muestreo.

3.6.1. Población.

Conformada por 304 plantas de papa por bloque, 1020 plantas por repetición y 3062 plantas de papa/1736 m².

3.6.2. La muestra.

En cada unidad experimental participaron 68 plantas donde a cada unidad experimental se aplicó al azara los niveles de fertilización azufrada.

3.6.3. El muestreo.

De cada unidad experimental se tomó 5 plantas al azar para ser evaluados, para altura de planta fue realizado en las distintas etapas fenológicas del cultivo de papa.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

- **Crecimiento de planta.** Se evaluó al azar las mediciones a los 30, 60,90 días después de la siembra hasta la plena maduración fisiológica desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal, para lo cual se usó un cuaderno de datos y una regla de madera de 60 cm.
- **Rendimiento.** Se pesó en una balanza mecánica el número total de tubérculos por cada tratamiento de las 45 unidades experimentales, luego se transformó en toneladas/hectárea.
- **Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.** Se determinó después de la cosecha llevando una muestra de cada unidad experimental al laboratorio de la U.N.C.P, por el método de cuantificación de azufre elemental.
- **Niveles de toxicidad.** Se determinó después de saber la cantidad de azufre que contiene cada muestra que se llevó al laboratorio, comparando cada resultado con la tabla de los límites permisibles de toxicidad tomado de Klaassen *et al*, 1986.
- **Intensidad de pigmentación morada y roja.** La intensidad de pigmentación se determinó en el laboratorio de control de calidad de la facultad de ingeniería en industrias alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, llevando un tubérculo de cada unidad experimental utilizando el colorímetro y expresado en porcentaje.
- **Cantidad de antioxidantes.** Se determinó cortando los tubérculo en fracciones iguales, llevando a una estufa para obtener el secado, la extracción y para determinar la capacidad de antioxidante se utilizó el método ABTS y el método modificado FRAP ambos son métodos espectrofotométricos.

- **Cantidad de antocianinas.** Se determinó obteniendo aproximadamente 15 g de cada tubérculo, donde se fracciona en 4 partes iguales, posteriormente se realizó el secado a temperatura ambiente por 12 horas y finalmente extraídos con una mezcla de metanol ácido acético y el extracto obtenido fue fraccionado con la ayuda de un equipo de HSCCC y por HPLC-DAD y Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (LC-MS).
- **Evaluación organoléptica.** Para evaluar la calidad organoléptica de papas en fritura se realizó mediante el método de "Calificación de puntos", donde se evaluó los siguientes puntos: color, sabor, olor, crocantes y apariencia general. Estas características evalué por medio de un panel de degustación semi entrenado conformado por 7 personas de ambos sexos.

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos

- **Crecimiento de planta.** Se determinó a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, tomando como muestra 5 plantas al azar de cada unidad experimental, la medida se evaluó desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal expresado en (cm).

- **Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.**

Para determinar niveles de concentración de azufre se realizó la cuantificación mediante una solución de acetona, el azufre elemental reacciona rápidamente con cianuro para formar el complejo tiocianato, este complejo puede ser determinado colorimétricamente por la adición de acetona con cloruro férrico. El método es sensible a concentraciones de 2 ppm de azufre elemental. Para determinar el azufre elemental de muestras del reactor, se tomaron 10 ml del efluente, previamente medido y homogenizado. La alícuota fue evaporada a 45°C, por tres horas. El sólido obtenido fue pulverizado, pesado y colocado en un matraz con 25 ml de éter y se dejó en reposo durante 24 horas para permitir la disolución del azufre elemental en el éter. Se tomó una alícuota de 5 ml y se colocó en un matraz aforado de 25 ml agregando 15 ml de solución de cianuro de sodio y se dejó reposar por 2 minutos para que se llevara a cabo la formación de tiocianato y se aforó con solución de acetona. Se tomó una alícuota de

5 mL de la solución formada y se colocó en tubos HACH y se agregaron 5 ml de una solución de cloruro férrico, que forma un complejo colorido que permite cuantificar el azufre elemental por absorbancia. La concentración se obtiene de una curva de calibración preparada con estándares de azufre elemental. El blanco se preparó con 5 ml de solución de acetona y 5 ml de cloruro férrico. Además de la preparación de las muestras del reactor, se recomienda preparar una muestra de concentración conocida de azufre elemental (20 ppm), una vez determinada la concentración de azufre elemental con la curva patrón y de ser así considerando el factor de dilución, se calcula el porcentaje de azufre elemental en la muestra. La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro Espectronic 20+ con una lámpara de tungsteno a 465 nm.

- **Niveles de toxicidad:** se determinó el resultado después del análisis de concentración de azufre, los datos obtenidos se compararon con la tabla de toxicidad aguda de algunas sustancias representativas (Tomado de Klaassen *et al*, 1986).

- **Intensidad de pigmentación morada y roja.** Se llevó al laboratorio muestras de un tubérculo de cada unidad experimental (45 tubérculo), en el cual el tubérculo se dividió en dos partes iguales y fue puesto al colorímetro cuyo resultado se registró en porcentajes (%).

- **Cantidad de antioxidantes.** Se determinó con lo siguiente:

Materia Prima. Un tubérculo de cada variedad, cada tratamiento y de los tres bloques sin repetición en total fueron 15 tubérculos, se fraccionó en partes iguales obteniendo un peso total del tubérculo de 13 g aprox.

Secado. El secado se realizó en estufa a 30° C hasta alcanzar una pérdida de peso de mínimo del 70 %.

Extracción. La muestra seca, 2 gr., se mezcló con 44 ml. de solución extractora (Etanol a 80% v/v), y se mantuvo durante 24 min. en un baño termostato a 60° C con agitadores Heidolph a 250 RPM.

Para determinar la actividad antioxidante total (TAC) se utilizó el método de ABTS [2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfónico)], y el método modificado FRAP

(poder antioxidante de reducción férrica). Ambos son métodos espectrofotométricos, las lecturas de la absorbancia fueron realizadas en un espectrofotómetro marca Perkin Elmer, modelo: Lambda 25 UV / VIS, Spectro meter a 25°C. El compuesto estándar que se utilizó fue el trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-ácido de tetrametilcroman-2-carboxílico) soluble en agua.

- **Cantidad de antocianinas.** Se determinó obteniendo aproximadamente 15 g de cada tubérculo, donde se fraccionó en partes iguales, posteriormente se realizó el secado a temperatura ambiente por 12 horas y finalmente extraídos con una mezcla de metanol ácido acético: (19:1 v/v), a temperatura ambiente y con agitación, durante 24 h cada una. El extracto así obtenido fue rota evaporado, congelado a 24°C y liofilizado en un tiempo aproximado de 48 horas. Una vez re disuelto en agua, se aplicó a una columna de Amberita XAD-7 (Sigma- Adrice, St Louis, MO), utilizando como disolvente de lavado agua, y como eluyente metanol ácido acético (19:1 v/v) y finalmente rota evaporado y liofilizado nuevamente.

El extracto obtenido fue fraccionado con la ayuda de un equipo de HSCCC. La pureza e identidad de las fracciones así obtenidas fueron controladas por HPLC-DAD y Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (LC-MS) sucesivamente. Las muestras antes de inyectarse se filtraron a través de un acrodisco de 0.45 μ m (Millipore, Bedford, MA), inyectando un volumen de 20mL. Se usó como sistema de solventes: éter terbutilmetílico/n-butanol/acetonitrilo/agua 2:2:1:5, acidificado con 0,1% de ácido trifluoroacético. La velocidad de flujo fue 4,0 ml/min. La detección de las antocianinas se realizó a 520.

- **Evaluación de calidad de fritura.**

Para esta valuación se realizó lo siguiente:

Primero. Se lavó los tubérculos de cada unidad experimental tomando 10 tubérculos al azar.

Segundo. Se cortó en partes iguales con la ayuda del cortador eléctrico.

Tercero. Se lavó con agua limpia hasta que el agua este cristalino.

Cuarto. Una vez que este caliente el aceite a 180 °C se introduce las papas picadas.

Quinto. Mover constantemente y para sacar debe pasar 10 min o hasta que deje de burbujear según la variedad.

Sexto. La fritura se debe poner en papel toalla para que absorba el aceite.

Una vez obtenido la fritura se pasa a realizar la evaluación mediante el método de "calificación por puntos", donde las personas invitadas evalúan utilizando la tarjeta de características según el color, sabor, olor, crocantes y apariencia general

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

Se realizó a través de los siguientes procesos:

- Sumatoria de datos y sus promedios
- Transformación de datos originales
- Análisis de varianza (ANVA).
- Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$.
- Uso del programa (Microsoft Excel 2010).

IV. RESULTADOS

4.1. CRECIMIENTO MORFOLÓGICO TUBERIZACIÓN, FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN.

4.1.1. Altura de planta.

En los cuadros N° 10, 11 y 12 dentro del análisis de varianza para altura de planta evaluado a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, se observa que para la fuente de variación de bloques no existe diferencia significativa indicando que la fertilización azufrada para el crecimiento de la planta en bloques es homogéneo. En cuanto para las variedades si presenta diferencia altamente significativa esto indica que el crecimiento de la planta del cultivo de papa actúa según la variedad es decir cada variedad tiene una altura de planta diferente a otra variedad. La sub parcela (niveles de azufre) muestra en los cuadros para altura de planta a los 60,90 y 120 días que existe diferencia altamente significativa, debido a que los diferentes niveles de azufre aplicados a la siembra y primer aporte si tuvo efecto para el crecimiento de la planta. Para la interacción variedad y niveles de fertilización también se observa que existe diferencia altamente significativa lo que indica que esta interacción tiene relación con la heterogeneidad de la fertilización azufrada. El coeficiente de variabilidad en el análisis de varianza para altura de planta a los 60 días es 1.81%, el análisis de varianza para altura de planta a los 90 días es 3.64 % y el análisis de varianza para altura de planta a los 120 días es 0.80 %, según la escala de calificación de Calzada Benza (1982) es excelente, esto indica que hay confiabilidad en los datos evaluados y conclusiones arribadas.

CUADRO N° 10. Análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días (tuberización).

F. de V	GL	SC	CM	FC	Ft	SIG.
BLOQUES	2	0.02	0.009	0.99231524		NS
VARIEDAD (A)	2	0.57	0.286	31.2295334	6.94	**
ERROR A	4	0.04	0.009			
N.AZUFRE (B)	4	1.46	0.365	69.2155601	2.78	**
AB	8	0.20	0.025	4.81370944	2.35	**
ERROR B	24	0.13	0.005			
TOTAL	44	2.42	0.055			

X = 4.23 S = 1.46 CV = 1.81%

CUADRO N° 11. Análisis de varianza de la altura de planta 90 días (floración).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft (0.05)	SIG.
BLOQUES	2	0.03	0.017	2.42759413		NS
VARIEDAD (A)	2	3.16	1.582	225.144947	6.94	**
ERROR A	4	0.03	0.007			
N.AZUFRE (B)	4	5.03	1.258	40.3985214	2.78	**
AB	8	2.30	0.287	9.22881236	2.35	**
ERROR B	24	0.75	0.031			
TOTAL	44	11.31	0.257			

X = 4.57114838 S = 1.47 CV = 3.64 %

CUADRO N° 12. Análisis de varianza de la altura de planta a los 120 días (maduración).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)	SIG.
BLOQUES	2	0.02	0.010	2.667841		NS
VARIEDAD (A)	2	2.30	1.148	320.443921	6.94	**
ERROR A	4	0.01	0.004			
N.AZUFRE (B)	4	4.15	1.039	679.454514	2.78	**
AB	8	1.61	0.202	131.824862	2.35	**
ERROR B	24	0.04	0.002			
TOTAL	44	8.13	0.185			

X = 5.34 S = 1.46 CV = 0.80 %

Según la prueba de Comparación múltiple de DUNCAN elaborado para altura de planta a los 60 días, presentado en el cuadro 13; se observa que existe diferencia altamente significativa entre variedades y tratamiento, con respecto a la variedad Cceccorani el primer lugar resultó con el t₄ (0.30 kg/parcela de K₂SO₄) con un valor de 4.29, a diferencia del testigo presentándose en el último lugar con un valor de 3.79; para Huayro Macho el primer lugar resultó con la aplicación del t₂ con un valor de 4.43 a diferencia del testigo que se encuentra en último lugar con 3.95; la variedad Leona muestra el primer lugar el t₃ con 4.56 y el testigo resultó ser el último según el orden de mérito.

CUADRO N° 13. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ de altura de planta a los 60 días.

Variedad	O.M.	Niveles de fertilización	Promedio	Sig.
Cceccorani	1°	T4	4.29	a
	2°	T3	4.21	a
	3°	T2	4.15	a b
	4°	T1	4.09	a b
	5°	T0	3.79	c
Huayro Macho	1°	T2	4.43	a
	2°	T3	4.33	a b
	3°	T4	4.29	a b
	4°	T1	4.11	a b
	5°	T0	3.95	c
Leona	1°	T3	4.56	a
	2°	T2	4.56	a
	3°	T1	4.45	a b
	4°	T4	4.35	a b
	5°	T0	3.91	c

En el cuadro N°14 la prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ altura de planta a los 90 días, se estima alta diferencia entre tratamiento y variedad, presentando para la variedad Cceccorani el valor más alto de 8.55 con la aplicación del t₁ y el valor más bajo 4.07 sin la aplicación de K₂SO₄; para la variedad Huayro Macho el valor más alto es 4.89 con la aplicación del t₁ y último lugar está

el testigo con 4.15. El t₃ dio mayor efecto para altura de planta en la variedad Leona a comparación del testigo que presentó el menor valor con 4.31.

CUADRO N° 14. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN a = 0.05 de altura de planta a los 90 días (floración).

Variedad	O.M.	Niveles de fertilización	Promedio	Sig.
Cceccorani	1°	t1	8.55	a
	2°	t3	4.64	b
	3°	t2	4.40	b
	4°	t4	4.18	b c
	5°	t0	4.07	b c
Huayro Macho	1°	t2	4.89	a
	2°	t3	4.63	b
	3°	t4	4.40	b
	4°	t1	4.27	b
	5°	t0	4.15	b c
Leona	1°	t3	6.03	a
	2°	t2	5.11	b
	3°	t1	4.79	c
	4°	t4	4.44	c
	5°	t0	4.31	c

En el cuadro N° 15 para altura de planta a los 120 días (fase fructificación), aplicando la Comparación múltiple de DUNCAN, según el orden de mérito existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y variedades, con respecto a la variedad Cceccorani en primer lugar está el t₂ con valor de 6.03 comprobando que este tratamiento obtuvo mayor efecto en la altura de planta a los 90 días y el testigo es el último con 4.71. La variedad Huayro Macho presenta el mayor efecto con la aplicación del t₁ con un valor de 6.13 y el menor valor fue sin la aplicación de K₂SO₄. La variedad Leona según el cuadro el t₃ está en primer lugar según el orden de mérito indicando que este tratamiento fue el que dio mayor efecto para la altura de planta obteniendo el promedio de 6.13, en segundo y tercer lugar está el t₂ y el t₄ y por último el testigo está en el quinto lugar mostrando el menor efecto para altura de planta a los 120 días.

CUADRO N° 15 Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ de altura de planta a los 120 días (fructificación).

Variedad	O.M.	Niveles de fertilización	Promedio	Sig.
Cceccorani	1°	t4	6.03	a
	2°	t3	5.33	b
	3°	t1	4.91	c
	4°	t4	4.89	c
	5°	t0	4.71	c
Huayro Macho	1°	t3	6.13	a
	2°	t2	5.70	b
	3°	t3	5.69	b
	4°	t1	5.35	b c
	5°	t0	5.22	b c
Leona	1°	t3	6.13	a
	2°	t2	5.51	b
	3°	t4	5.47	b
	4°	t1	4.92	c
	5°	t0	4.80	c

4.1.2. RENDIMIENTO (NÚMERO, TAMAÑO Y PESO DEL TUBÉRCULO).

Número de tubérculos.

En el cuadro N° 16 muestra el análisis de varianza para el rendimiento (número de tubérculos por planta), se observa que dentro de la fuente de variación de bloques y variedad no existe diferencia significativa, lo que indica que los bloques son homogéneos. Para los niveles de azufre existe diferencia estadística altamente significativa esto explica que los niveles de fertilización tiene efecto con el número de tubérculos por planta. La interacción dentro de la fuente de variabilidad también resultó altamente significativa mostrando la heterogeneidad de cada factor.

El coeficiente de variabilidad es 4.98 %, según la escala de Calzada Benza(1982) está dentro del rango de excelente indicando confiabilidad en los datos evaluados.

CUADRO N° 16. Análisis de Varianza del número de tubérculos por planta.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft (0.05)	SIG.
BLOQUES	2	2.98	1.489	0.9575301		NS
VARIEDAD (A)	2	16.08	8.040	5.17193012	6.94	NS
ERROR A	4	6.22	1.555			
N.AZUFRE (B)	4	193.52	48.380	73.6615697	2.78	**
AB	8	25.51	3.189	4.85534695	2.35	**
ERROR B	24	15.76	0.657			
TOTAL	44	260.07	5.911			

$$X = 17.80 \quad S = 1.58 \quad CV = 4.98 \%$$

En el cuadro N° 17 la prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ para número de tubérculos por planta se observa que, la variedad Cceccorani presenta el mayor valor de 20.47 con el tratamiento 4, según a este resultado podemos decir que el t_4 tuvo mayor efecto en el número de tubérculos, en segundo y tercer lugar están el t_1 y t_3 , el menor valor presentó el testigo. En el mismo cuadro se observa que la variedad Huayro Macho presentó mayor valor con la aplicación del t_3 a comparación del testigo que resultó con un valor más bajo. La variedad Leona al igual que Huayro Macho presentó el mayor valor con la aplicación del t_3 y el menor valor fue el testigo.

CUADRO N° 17. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ número de tubérculo por planta.

Variedad	O.M.	Niveles de fertilización	Promedio	Sig.
Cceccorani	1°	t_4	20.47	a
	2°	t_1	19.19	b
	3°	t_3	19.14	b
	4°	t_2	18.66	c
	5°	t_0	15.10	d
Huayro Macho	1°	t_3	19.65	a
	2°	t_2	18.97	b
	3°	t_1	18.83	b
	4°	t_4	17.87	c
	5°	t_5	14.37	d

Leona	1°	t3	19.65	a
	2°	t2	18.87	b
	3°	t1	17.87	c
	4°	t4	17.29	c
	5°	t0	11.57	d

Peso de tubérculos por planta.

En el cuadro N°18 se observa dentro del cuadro de análisis de varianza que existen diferencias altamente significativas entre variedades, esto significa que el número de tubérculos por planta se ve afectado según la variedad. Así mismo se observa que para los niveles de fertilización azufrada si existe diferencia altamente significativa indicando que el peso de los tubérculos fue influido por cada nivel de fertilización. En cuanto a la interacción entre los dos factores evaluados (variedades y niveles de fertilización azufrada), se observa que no existe diferencias significativas al 95 % de confianza. Por otra parte el campo experimental elegido es uniforme en su fertilidad cuando se analiza al 95 % de probabilidad, ya que no existen diferencias estadísticas entre los bloques del experimento.

El coeficiente de variación es 4.84% esto indica que la conducción del experimento tiene un eficacia y por lo tanto muestra la confiabilidad del proyecto.

CUADRO N° 18. Análisis de Varianza de peso de tubérculos por planta.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		SIG.
BLOQUES	2	0.0021	0.0010	1.8652612			NS
VARIEDAD (A)	2	0.0426	0.0213	38.1083433	6.94	18.00	**
ERROR A	4	0.0022	0.0006				
N.AZUFRE (B)	4	0.0835	0.0209	19.561229	2.78	4.22	**
AB	8	0.0016	0.0002	0.18793078	2.35	3.36	NS
ERROR B	24	0.0256	0.0011				
TOTAL	44	0.1576	0.0036				

X= 0.65 S = 1.46 CV = 4.84%

En el cuadro N°19 el peso de tubérculos por planta según la prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$, muestra que la variedad y tratamiento presentan diferencia altamente significativa; la variedad Cceccorani dentro del cuadro presenta mayor valor con la aplicación del t_3 resultando una mínima diferencia con el t_2 y el último lugar es el testigo con 0.528. En la variedad Huayro Macho el tratamiento que tuvo mayor efecto en el peso de tubérculos por planta fue el t_3 con 0.693 y el testigo (t_0) resultó el último lugar según el orden de mérito. La variedad Leona según el orden de mérito el tratamiento 3 al igual que la variedad Huayro Macho el efecto de peso de tubérculos por planta fue mayor con la aplicación del t_3 y el menor valor fue el testigo con 0.6.

CUADRO N° 19. Prueba de comparación múltiple de medidas de DUNCAN $\alpha = 0.05$ peso de tubérculos por planta.

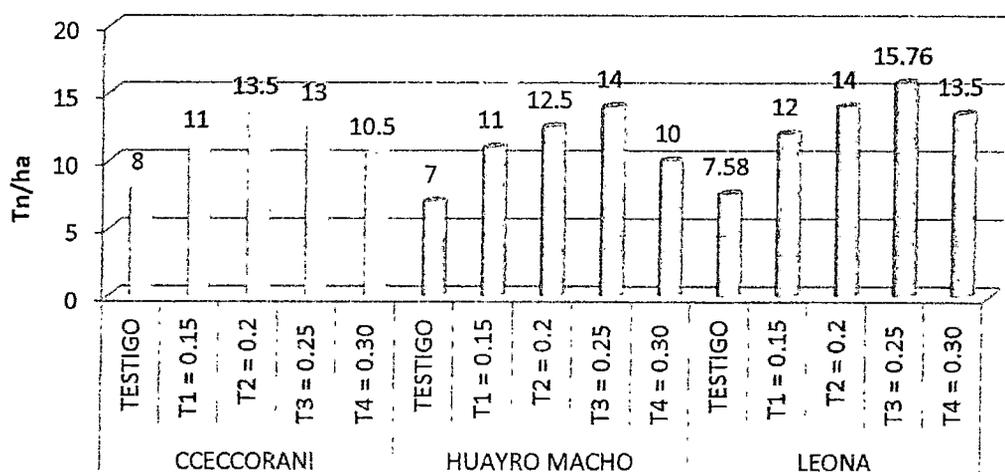
Variedad	O.M.	Niveles de fertilización	Promedio	Sig.
Cceccorani	1°	t_3	0.662	a
	2°	t_2	0.650	a
	3°	t_4	0.632	b
	4°	t_1	0.600	b
	5°	t_0	0.528	c
Huayro Macho	1°	t_3	0.693	a
	2°	t_2	0.678	a b
	3°	t_4	0.676	a b
	4°	t_1	0.663	b
	5°	t_0	0.600	c
Leona	1°	t_3	0.721	a
	2°	t_4	0.716	a b
	3°	t_2	0.707	a b
	4°	t_1	0.678	B
	5°	t_0	0.600	c

Rendimiento.

En la figura 02 se observa que para la variedad Cceccorani la mayor producción se obtuvo con el nivel de fertilización de 0.20 kg /parcela de K_2SO_4 resultando 13.5 ton/ha, la menor producción fue sin la aplicación de K_2SO_4 resultando 8 ton/ha

que tuvo una gran diferencia con la aplicación de los tratamientos, al aplicar mayor cantidad de K_2SO_4 la producción fue mucho menor que el tratamiento 1,2 y 3 obteniendo 10.5 ton/ha, este resultado probablemente se debió a que al aplicar mayor cantidad K_2SO_4 la oxidación tardó más debido a la baja temperatura y esta es limitada por el azufre para su conversión a $(SO_4^{=})$ asimilable por la planta coincide con el aporte de **Porras (2005)**. En cuanto a la variedad Huayro Macho la mayor producción resultó con la aplicación del tratamiento 3 con 0.25 kg/ha resultado 14 ton/ha a diferencia de la mayor cantidad de aplicación de 0.30 kg/ha de K_2SO_4 resultó menor producción que la aplicación del tratamiento uno y dos, la menor producción se observa que se dió sin la aplicación de K_2SO_4 resultando 7 ton/ha. Para la variedad Leona la mayor producción fue también aplicando el tratamiento tres al igual que Huayro Macho obteniendo 15.76 ton/ha, se observa también que la menor producción es sin la aplicación de K_2SO_4 , la producción va ascendiendo con la aplicación del tratamiento 1 y 2 resultando 12 y 14 ton/ha y con la aplicación del tratamiento 4 va descendiendo la producción poniendo en tercer lugar con 13.5 ton/ha. En cuanto a estos resultados la variedad que mayor producción resultó aplicando K_2SO_4 fue la variedad Leona seguido por Huayro Macho y Cceccorani.

FIGURA N°02. Rendimiento del cultivo de papa con diferentes niveles de fertilización azufrada. Expresado en tn/ha.



4.1.3. NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE AZUFRE EN LA PULPA DE PAPA.

Como se puede observar en el análisis de varianza presentado en el cuadro 20, existe alta diferencia significativa entre los tres niveles evaluados del factor A (variedades), esto implica que la concentración de azufre en la pulpa de la papa de cada variedad es diferente a otra variedad, el factor B (Niveles de fertilización) resultó también con alta diferencia significativa esto indica que los niveles de fertilización aplicados a la siembra y primer aporque dio efecto a la concentración de azufre en la pulpa de papa de cada variedad. Continuando con el cuadro se observa que si existe interacción alta entre la parcela grande y la sub parcela. En cuanto al campo experimental elegido es uniforme ya que no existe diferencia estadística entre los bloques del experimento. El coeficiente de variabilidad es 5.14%, según la escala de calificación es excelente, esto indica que hay confiabilidad en los datos evaluados y conclusiones arribadas.

CUADRO N° 20. Concentración de azufre en la pulpa de papa (mg/kg pulpa).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft		SIG
BLOQUES	2	0.00057	0.000284	0.50241421			NS
A	2	0.02750	0.013748	24.3470234	6.94	18.00	**
ERROR A	4	0.00226	0.000565				
B	4	0.33724	0.084309	201.462514	2.78	4.22	**
AB	8	0.02995	0.003744	8.94632531	2.35	3.36	**
ERROR B	24	0.01004	0.000418				
TOTAL	44	0.40755	0.009263				

$$X = 0.41 \quad S = 1.46 \quad CV = 5.14$$

En la figura 3 se observa que la variedad Cceccorani en los tres bloques la mayor concentración de azufre es con la aplicación del tratamiento 2 (0.20 de K_2SO_4), la concentración va disminuyendo con la aplicación del T_3 y T_4 , dando el nivel más bajo sin la aplicación de K_2SO_4 y con la aplicación del t_1 . En cuanto a la variedad

de azufre resultó con el tratamiento 2 obteniendo 0.32 mg/kg de azufre, este valor conduce a la más alta expresión de toxicidad que pudo haber existido asemejándonos a la toxicidad aguda de sulfato ferroso de 1.5 mg/kg que es límite permisible del consumo humano ya que al pasar este límite causa toxicidad, planteado por Klaassen *et al*, (1986), quien encontró los límites de sulfato ferroso ya que aún no se encuentra la cantidad de azufre que causa toxicidad. En el mismo cuadro se observa que no existe toxicidad con el tratamiento 3 y 4 al igual que los otros tratamiento va descendiendo con 0.3 y 0.2 mg/Kg de azufre, a diferencia del testigo y el tratamiento 1 los valores se diferencian por pocos mg de azufre, esto nos conlleva a poder decir que los suelos donde se realizó el estudio tienen un porcentaje de azufre es por eso que sin la aplicación de sulfato de potasio se encontró gramos de azufre en la pulpa de papa. Para la variedad Huayro Macho al igual que la variedad Cceccorani no presentó toxicidad con la diferencia que en esta variedad el tratamiento que presentó mayor cantidad de azufre fue con la aplicación del T₃ (0.25 mg /parcela de K₂SO₄), este nivel disminuye con la aplicación del tratamiento 4 obteniendo 0.10 mg /kg de azufre. Similares resultados se alcanzaron en la variedad Leona (Fig. 5), en el cual el mayor contenido de azufre es con el tratamiento 3 con 0.21 mg/Kg de azufre, mientras que el menor valor es con la aplicación de tratamiento 1 resultando 0.10 mg/Kg.

FIGURA N° 04. Niveles de toxicidad de azufre en la pulpa de papa de la variedad Cceccorani.

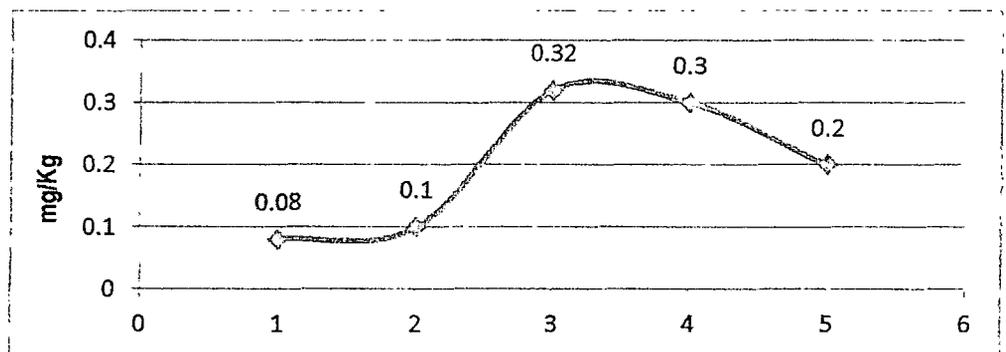


FIGURA N° 05. Niveles de toxicidad de azufre en la pulpa de papa de la variedad Huayro Macho.

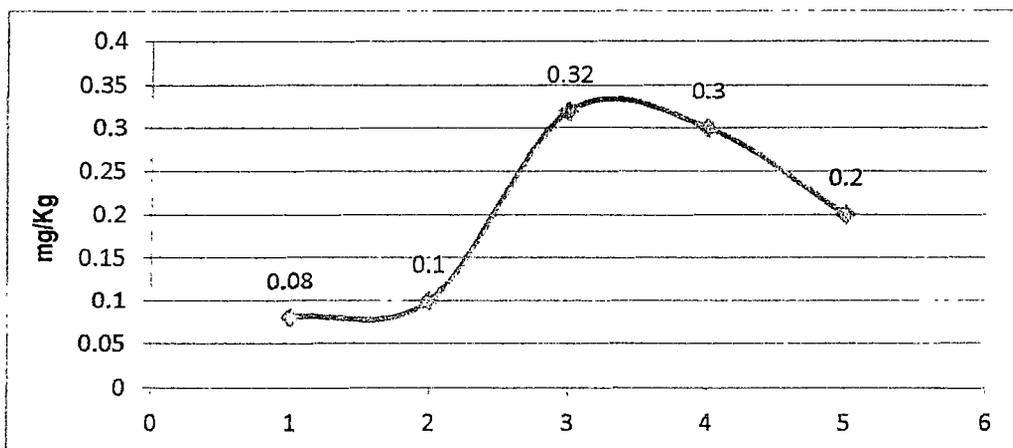
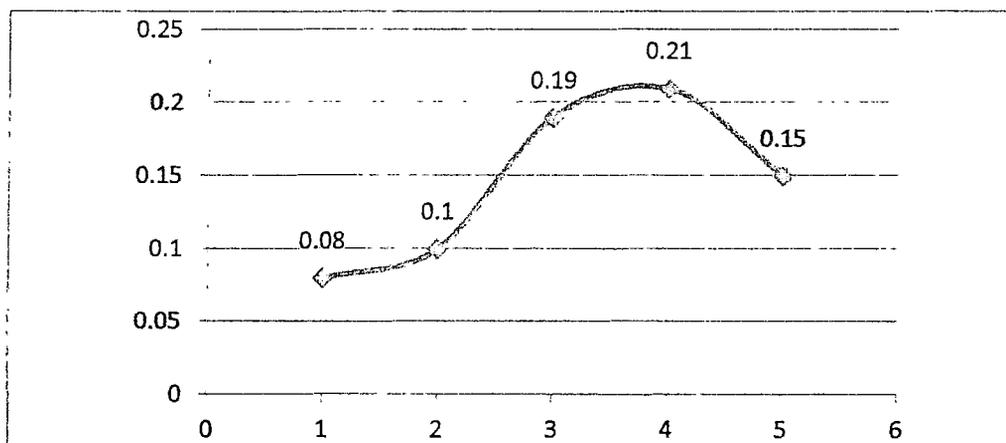


FIGURA N° 06. Niveles de toxicidad de azufre en la pulpa de papa de la variedad Leona.



4.1.5. INTENSIDAD DE PIGMENTACIÓN MORADA Y ROJA.

Para la intensidad de pigmentación de la pulpa morada y roja de las variedades que se determinó muestra en el análisis de varianza que existe diferencia estadística altamente significativa, esto indica que existe alta heterogeneidad de las variedades en función a la pigmentación de la pulpa de papa. En cuanto a los niveles de azufre también existe alta diferencia significativa, ante este resultado podemos decir que cada nivel de fertilización aplicada tiene diferente comportamiento en la pigmentación de la pulpa de papa. Para la interacción variedad y niveles de

fertilización también se observa que existe alta diferencia significativa esto muestra que cada nivel de fertilización actúa diferente en relación a las variedades. En cuanto a los bloques no muestra diferencia significativa, mostrando que no se ha tenido éxito en el bloqueo de las unidades experimentales. El coeficiente de variabilidad es 11.08 según la escala de calificación es muy bueno, por lo tanto hay confiabilidad en los datos evaluados y conclusiones arribadas.

CUADRO N° 21. Análisis de varianza de la intensidad de pigmentación morada y roja de la pulpa de papa.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Ft	SIG
BLOQUES	2	0.21	0.106383	1.11687669		NS
VARIEDAD	2	27.49	13.746003	144.313797	6.94	**
ERROR A	4	0.38	0.095251			
N.AZUFRE	4	14.28	3.570877	34.8529786	2.78	**
AB	8	8.06	1.007993	9.83835952	2.35	**
ERROR B	24	2.46	0.102455			
TOTAL	44	52.89	1.202095			

$$X = 2.87343324 \quad S = 1.48 \quad CV = 11.08$$

En la figura 8 muestra que para la intensidad de pigmentación sin la aplicación de K_2SO_4 para el bloque 1,2 y 3 presentó una pigmentación de violeta pálido según el rango de Cuevas Montilla (2008), estos rangos de pigmentación va incrementándose según la aplicación del tratamiento 1 (0.15 kg/parcela de K_2SO_4), a diferencia de la aplicación del tratamiento dos (0.25 kg/parcela de K_2SO_4), en el bloque I y II la intensidad de pigmentación es mucho mayor encontrándose en el rango de 20 a 40 % de violeta normal, el bloque III está en el rango de 0 a 20 % violeta pálido. Esta pigmentación va disminuyendo con la aplicación del tratamiento 3 y con la aplicación del tratamiento 4. Para la figura 9 el bloque que está cerca a la pigmentación violeta normal es el bloque I con la aplicación de 0.25 kg/parcela de K_2SO_4 , a diferencia de este bloque el bloque II Y III presentó la pigmentación violeta pálido al igual que las aplicaciones de los demás tratamiento. En cuanto a la figura 10 al igual la variedad Huayro Macho el mayor rango de pigmentación se dio con la aplicación del

tratamiento tres, este rango de pigmentación presentó más en el bloque II. El testigo fue el que presentó menor pigmentación de la pulpa de papa.

FIGURA N° 07. Intensidad de pigmentación de la variedad Cceccorani expresado en porcentaje.

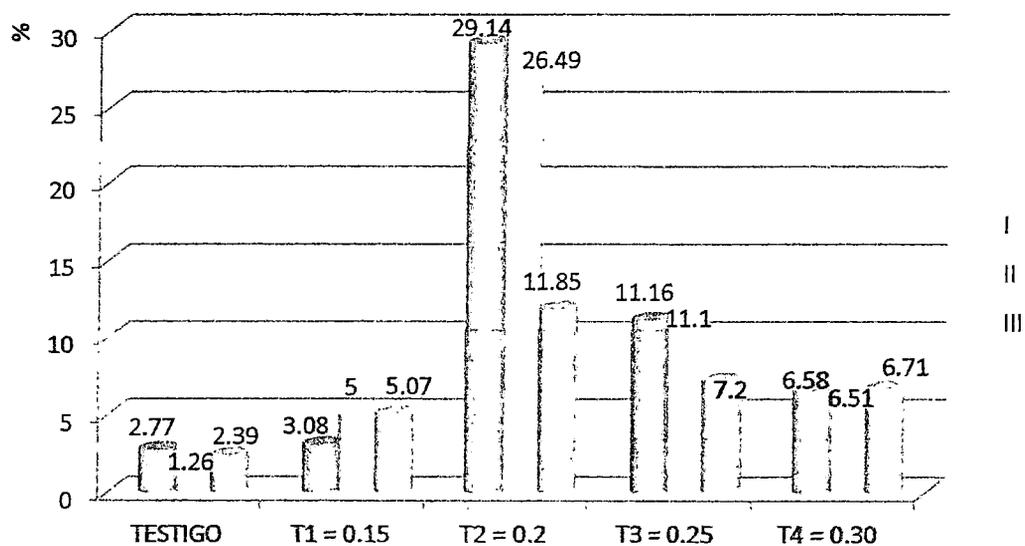


FIGURA N° 08. Intensidad de pigmentación de la variedad Huayro Macho expresado en porcentaje.

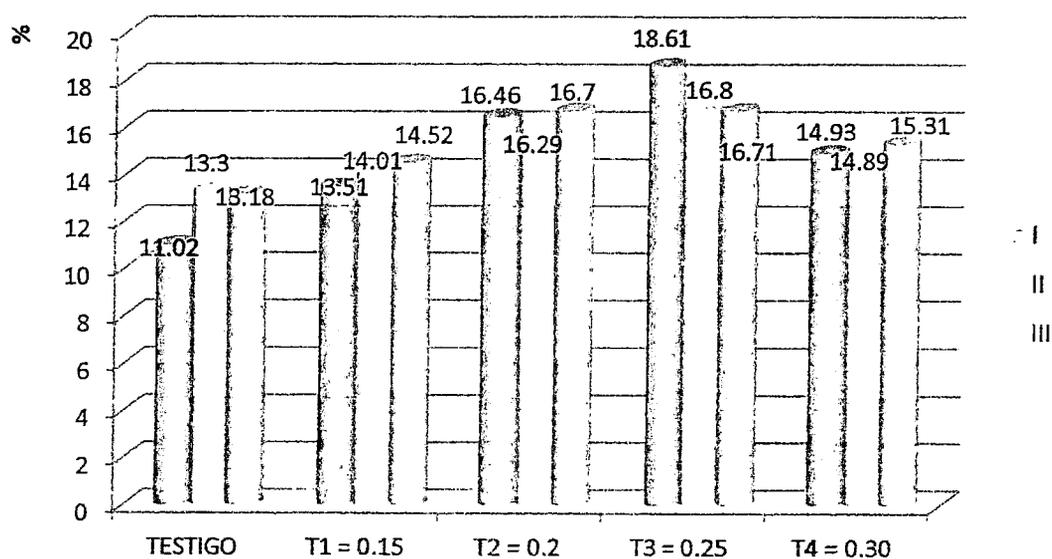
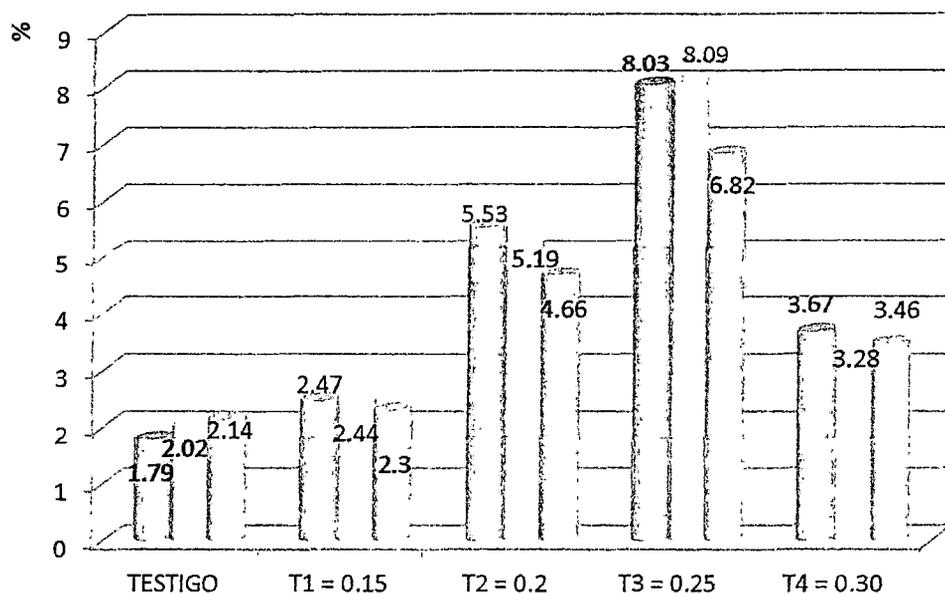


FIGURA N° 09. Intensidad de pigmentación de la variedad Leona expresado en porcentaje



4.1.6. CANTIDAD DE ANTOCIANINAS.

En la figura 10 la cantidad de antocianina que presenta la variedad Cceccorani por muestra es con la aplicación del tratamiento dos 0.2891 mg/100g de muestra. Al aplicar el tratamiento tres y cuatro la cantidad de antocianina es mucho menor encontrando 0.1745 y 0.1487 mg/100 g. el tratamiento que tuvo menor cantidad de antocianina fue el testigo y el tratamiento uno con 0.0105 y 0.1548 mg/100 g de muestra. En la figura 11 se observa que la mayor cantidad de antocianina tuvo el tratamiento tres con 0.2646 a diferencia del tratamiento cuatro que se aplicó más cantidad de sulfato de potasio tuvo 0.1542 menos que el tratamiento 2 y 3. El testigo y el tratamiento uno presento 0.1227 y 0.1478 valores más bajos de cantidad de antocianina. La cantidad de antocianina presente en la variedad Leona en la figura 12 muestra la mayor cantidad de antocianina con el tratamiento tres resultando 0.2019 mg/100 gr de muestra, con el tratamiento uno se obtuvo 0.1584 mg/100 g de antocianina siendo el menor resultado.

FIGURA N°10. Cantidad de antocianinas presentes en la pulpa de papa de la variedad Cceccorani expresado en mg/100g de muestra.

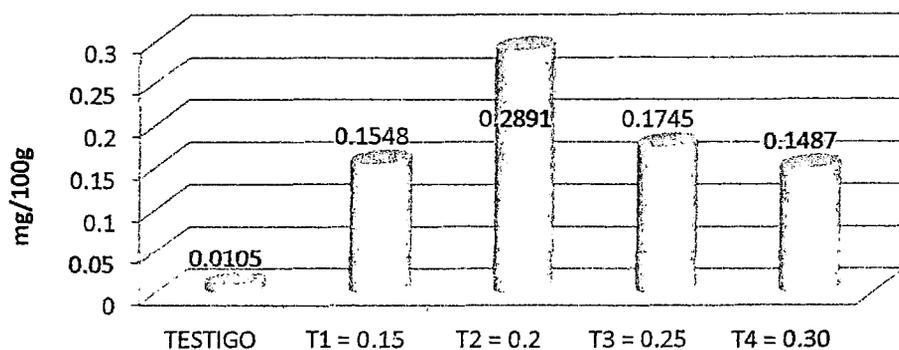


FIGURA N° 11. Cantidad de antocianinas presentes en la pulpa de papa de la variedad Huayro Macho expresado en mg/100g de muestra.

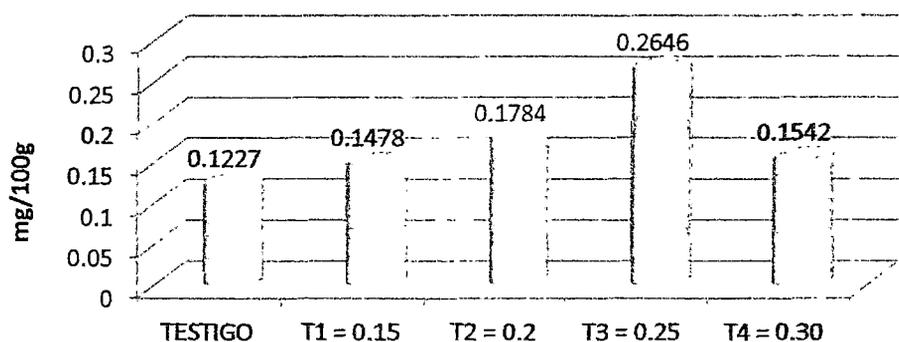
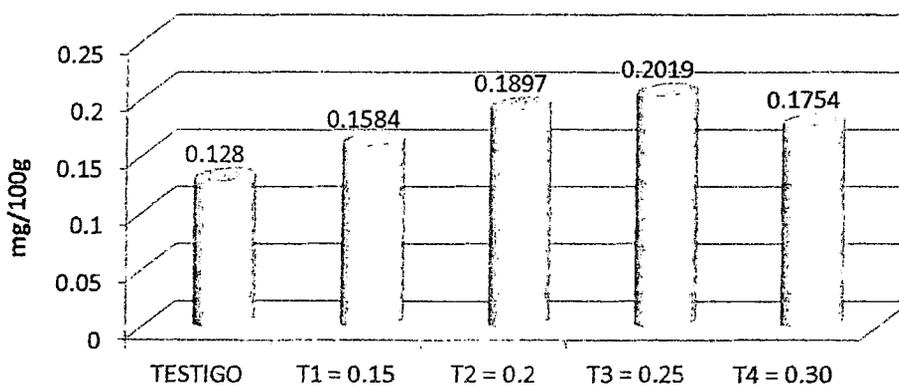


FIGURA N° 12. Cantidad de antocianinas presentes en la pulpa de papa de la variedad Leona expresado en mg/100g de muestra.



4.1.7. CANTIDAD DE ANTIOXIDANTES.

Los resultados obtenidos en el cuadro 22, análisis de varianza de la cantidad de antioxidantes de las tres variedades Cceccorani, Huayro Macho y leona existe alta diferencia significativa entre las variedades de papa al igual que los niveles de azufre y la interacción de parcela grande y la subparcela.

CUADRO N° 22. Análisis de varianza de la cantidad de antioxidantes de las tres variedades (Cceccorani, Huayro Macho y Leona).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
BLOQUES	2	0.00	0.001493	0.20457641		NS
VARIEDAD	2	2.42	1.210987	165.892319	6.94	**
ERROR A	4	0.03	0.007300			
N.AZUFRE	4	10.06	2.515190	682.120815	2.78	**
AB	8	1.51	0.188759	51.191628	2.35	**
ERROR B	24	0.09	0.003687			
TOTAL	44	14.11	0.320761			

X = 0.41

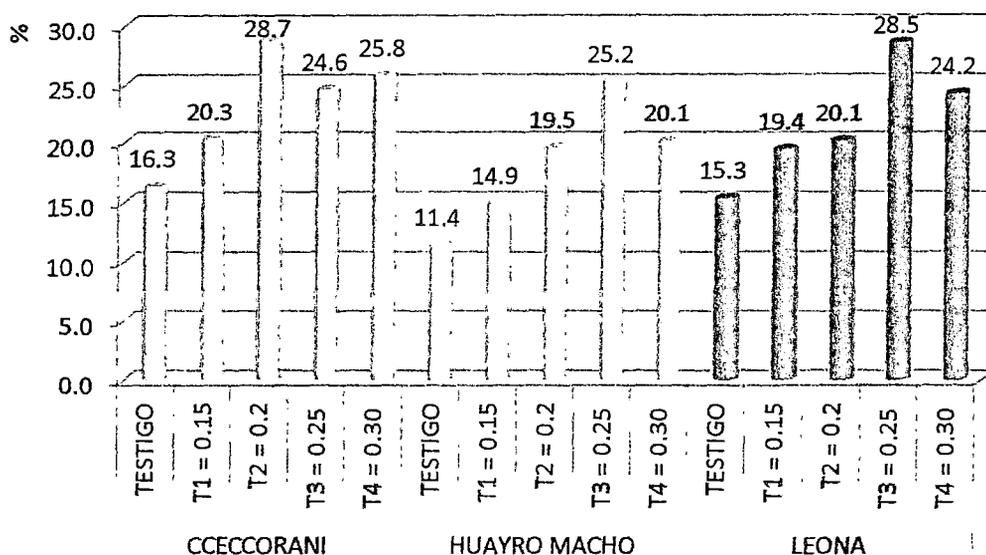
S = 1.46

CV = 5.14 %

En la figura N° 13 podemos observar el porcentaje de radicales libres de las variedades Cceccorani, Huayro Macho y Leona sobre la solución DPPH*, donde la variedad Cceccorani inhibió radicales libres en un 28,7% al DPPH*, al aplicar mayor cantidad de fertilizante azufre la cantidad de radicales libres redujo a un 25.8 % de antioxidantes y el testigo presenta menor porcentaje de antioxidantes a diferencia del tratamiento 1 y 3. Así mismo en la misma figura para la variedad Huayro Macho el porcentaje de capacidad antioxidante se dio con el tratamiento 3 resultando un 25.2 % de radicales libres a diferencia del testigo que presento el menor porcentaje de antioxidantes, aplicando el tratamiento 1 los radicales libres incrementa con un 14.9 % de capacidad de antioxidante al igual que para el tratamiento 2 y4 el porcentaje de capacidad antioxidantes incrementa en un 19.5 y 20.1 % de antioxidante. Para la variedad Leona al igual que la variedad Huayro Macho el mayor porcentaje de antioxidante presenta con la aplicación de tratamiento 3, esta

inhibición de radicales libres va descendiendo con la aplicación del tratamiento 4,2 y1. Presentando al igual que las tres variedades el menor porcentaje de antioxidantes sin aplicación de la fertilización azufrada.

FIGURA N° 13. Capacidad de antioxidante (% de inhibición de radicales libres) de las tres variedades de papa (Cceccorani, Huayro Macho y Leona).



4.1.8. EVALUACIÓN DE FRITURA.

En el cuadro 23 muestra el rango de evaluación de fritura de las tres variedades, mostrando que la variedad Cceccorani presenta muy buen color de hojuela ya que está dentro del rango de muy bueno según la escala de colores estándares de Snack Food de los Estados Unidos (2007), en cuanto a apariencia el testigo es considerado como malo al igual que el tratamiento uno, el tratamiento 2,3 y 4 están dentro del rango regular. Para el color de hojuela el testigo, el tratamiento 1 y el tratamiento 4 están en el rango de malo, mientras que el tratamiento 3 es considerado bueno. El tratamiento sin la aplicación de fertilizante azufrado y los tratamientos 1,3 y 4 presentan un sabor regular según la degustación de las personas, en cuanto al tratamiento 2 el sabor es regular. Para la uniformidad de color el tratamiento 2 y 3 la uniformidad es bueno a diferencia que los tratamiento 0,1 y 4 la pigmentación no es uniforme considerándolo malo. En el mismo cuadro se

observa que la apariencia general de la variedad Huayro Macho en la fritura es malo para los tratamiento 1,2 y para el testigo; el color de hojuela presentes en el testigo, tratamiento uno y dos según el rango de colores estándares es malo a diferencia de los tratamientos 3 y 4 presentan el color de hojuela regular. Para el sabor al aplicar 0.15 kg/parcela de K_2SO_4 presento un sabor malo a diferencia de los tratamientos 2, 4 y el testigo presentaron un sabor regular. En cuanto a la textura los 5 tratamientos presentaron una textura regular. La uniformidad presenta el rango regular el tratamiento 2 y 3 con 12 y 15 puntos. La variedad Leona en el cuadro de puntajes muestra que con la aplicación del tratamiento cuatro presento el rango de muy bueno en apariencia general y textura, con la aplicación del tratamiento 2 nos dio el rango de muy bueno en color de hojuela.

CUADRO N° 23. Rango de puntaje de la evaluación de fritura de las tres variedades.

VARIEDAD FACTOR	Cceccorani					Huayro Macho					Leona				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Apariencia general	6	8	15	10	14	7	9	9	18	18	6	9	15	21	6
Color de hojuela.	10	15	25	11	9	8	6	9	15	12	6	6	21	12	15
Sabor	11	12	16	15	11	15	9	12	19	15	17	15	9	15	6
Textura	9	8	17	12	13	11	11	12	14	12	9	9	15	23	11
Uniformidad	19	7	20	17	10	9	9	12	15	6	9	9	9	12	12
Promedio	13	9	18	13	11	11	9	11	16	13	9	10	14	17	10

4.2. DISCUSIÓN.

4.2.1. Crecimiento morfológico tuberización, floración y fructificación.

El crecimiento de planta a los 60,90 y 120 días, de acuerdo a los cuadros de análisis de varianza (10,11 y 12); las variedades y niveles de fertilización resultó altamente significativo, indicando que la fertilización azufrada actúa según las características de cada variedad. Esto confirma con el reporte por Villas (2001). En los cuadros de comparación Múltiple de DUNCAN (13,14 y15), se observar que el mayor nivel de fertilización aplicado a la siembra y primer aporque no tuvo un buen efecto en la altura de planta encontrado en el cuarto lugar a esto podemos decir

que las plantas son sensibles a las altas concentraciones de sulfatos y el crecimiento de las plantas es afectado adversamente. Porras (2005).

4.2.2. Rendimiento (número, tamaño y peso del tubérculo).

El análisis estadístico del rendimiento en la figura 2, muestra que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos así como también como para las variedades. Esto significa que la respuesta de los niveles de fertilización al aplicar a la siembra y primer aporte tuvo efecto en relación al rendimiento. En la figura se observa que el mayor rendimiento de tubérculos se obtuvo con la aplicación del tratamiento tres en la variedad Leona. Sin embargo cuando el nivel más alto de fertilización se aplicó el rendimiento no se vio afectado esto se puede observar en las tres variedades estudiadas. Este problema se debe a el efecto negativo del sulfato de potasio (K_2SO_4), ya que a mayor concentración de azufre la oxidación tarda más debido a la baja temperatura y esta es limitada por el azufre para su conversión a ($SO_4^{=4}$) asimilable por la planta coincide con el aporte de Porras (2005).

4.2.3. Niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa.

La concentración de azufre obtenido en este trabajo fue altamente significativa para variedades y niveles de fertilización (cuadro 20) , este resultado fue mayor al reportado por Coraspe *et al* (2009), quienes obtuvieron 20 % de S^0 en el tubérculo del cultivo de papa, por otro lado en la figura 3 la mayor concentración de azufre en la pulpa de papa fue en la variedad Cceccorani con la aplicación del t_2 (0.20 kg/parcela de K_2SO_4) obteniendo 0.35 mg/kg de azufre, a diferencia de la variedad Leona fue el que tuvo menor concentración de azufre esto implica que los niveles de fertilización tiene efecto en la planta y tubérculo teniendo en cuenta el reporte por Coraspe *et al* (2001) sobre la absorción de los nutrientes secundarios que el tubérculo de papa tiene 20.9 mg/kg de azufre.

4.2.4. Niveles de toxicidad.

Los resultados alcanzados en la Fig. 4 según los resultados de concentración de azufre en la pulpa de papa, se puede determinar la toxicidad para el ser vivo,

según Klaassen *et al* (1986) el límite permisible es hasta 1,5 mg/kg de sulfato ferroso, indicando que el experimento realizado no presenta toxicidad con la aplicación de los niveles dados de fertilización.

4.2.5. Intensidad de pigmentación morada y roja.

La intensidad de pigmentación de la pulpa del tubérculo de las tres variedades se vio afectadas con los niveles de fertilización del t₂ que presentó mayor efecto en la pigmentación encontrando con un 29.14 % para Cceccorani según el cuadro de calificación cromatografías de cuevas montilla (2008) está dentro de la clasificación de violeta intenso, para Huayro Macho y Leona el nivel de fertilización que tuvo mayor efecto fue el t₃.

4.2.6. Cantidad de antocianinas.

La cantidad de antocianina encontrada en mayor concentración fue en la variedad Cceccorani con la incorporación de 0.20 Kg de K₂SO₄, encontrándose este tratamiento en concentraciones bajas que ayuda a incrementar concentraciones de antocianinas, la menor concentración fue sin y con aplicaciones mayores de fertilización azufrada esto según la figura 10 muestra disminución de concentraciones de antocianina. Estos resultados confirman el reportado por Muñoz *et al* (2003), quienes afirman que a elevadas concentraciones de fuentes de azufre origina una decoloración total e irreversible de los antocianos, pero a menores reacciona mejor la coloración con el catión flavilio. En las variedades de Huayro Macho y Leona los resultados son similares.

4.2.7. Capacidad de antioxidantes.

En el presente trabajo se ha realizado la determinación de la capacidad antioxidante de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*), quienes demostraron poseer una buena capacidad antioxidante sobre la solución DPPH*. La variedad de mayor capacidad de antioxidante fue Cceccorani seguido por Leona y último por Huayro macho mostrados en la figura 13. En esta variable estudiada la prueba estadística indicó que hay diferencia altamente significativa entre las tres variedades de papa (cuadro 22). Por ello es importante tener en

consideración aspectos como el grado de absorción de los compuestos, los productos del metabolismo que generan y la actividad de los antioxidantes. Fernández *et al* (2006).

4.2.8. Calidad de fritura.

En la prueba de degustación la variedad que tuvo mayor puntaje fue la variedad Cceccorani seguido por Huayro Macho y último por leona, la Variedad Huayro Macho y Leona presentó una decoloración en el momento de la fritura, este resultado fue similar al reportado por Alvares (1996) en la evaluación de fritura de papa Ccompis, Huayro y Peruanita presentándose Huayro en segundo lugar por poseer menor porcentaje de materia seca y por tener pigmentación a esto también se debe por el contenido de azúcares reductores, hierro, compuestos fenólicos y ácido ascórbico.

CONCLUSIONES

- El crecimiento de la planta del cultivo de papa para las tres variedades mostró diferencias altamente significativas con la aplicación de los niveles de fertilización azufrada.
- La mejor respuesta del cultivo de papa en términos de rendimiento para la variedad Cceccorani se obtuvo con la aplicación del tratamiento dos (0.20 Kg de K_2SO_4), para la variedad Huayro macho y Leona fue con la aplicación del tratamiento tres (0.25 Kg de K_2SO_4). La diferencia durante la aplicación del tratamiento cuatro (0.30 Kg de K_2SO_4), provocó una reducción del rendimiento en las tres variedades.
- Al realizar la concentración de azufre en la pulpa de papa de las variedades de Cceccorani, Huayro Macho y Leona. La concentración más alta fue con la aplicación del tratamiento dos y tres, al aplicar mayor fertilizante azufrado la concentración de azufre disminuyó.
- A partir de las pruebas de concentración de azufre en la pulpa de papa se puede concluir que no existe toxicidad de azufre con aplicación de los niveles de fertilización azufrada aplicados al cultivo.
- La pigmentación de la pulpa de papa actúa mejor con las concentraciones de 0.15 a 0.25 de K_2SO_4 . A concentraciones mayores la pigmentación de la pulpa de papa disminuye por el efecto de la decoloración del catión flavilio formando un complejo de adición incoloro encontrándose en el ácido cromán-2-sulfónico.
- Las concentraciones de las antocianinas a elevadas concentraciones de fuentes de azufre origina una decoloración total e irreversible de los antocianos, pero a menores reacciona mejor la coloración por la acción del catión flavilio formando complejos de adición colórico, encontrándose en los derivados del ácido cromán-2-sulfónico..
- La capacidad de antioxidante sobre la solución DPPH* actúa mejor con la aplicación de los tratamiento 2 y 3, quienes mostraron mayor efecto en la capacidad de antioxidante siendo la variedad Cceccorani la que tuvo mayor capacidad antioxidante.

- En base al puntaje obtenido en la prueba de fritura la variedad con mayor ingreso al mercado según las características de apariencia, color de hojuela, sabor, textura, y uniformidad es la variedad Cceccorani, seguido por Leona y último por Huayro macho.

RECOMENDACIONES

- Promover el uso de fertilizantes sulfatados a base de sulfato de potasio (K_2SO_4), para incrementar la producción de papa nativas que cumplan los estándares de calidad para el consumo e industria que se requiere.
- Realizar el experimento en diferentes localidades.
- Realizar el experimento con el uso de otros genotipos.
- Producir papas nativas de la variedad Cceccorani por su alto contenido de antociana, antioxidantes y por su buena calidad de fritura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado P. 2002. Tubérculos de papa y Aproximación de la patogénesis de *Helminthosporium solani* Dur& Mont en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *Tuberosum* Hawes) durante el almacenaje. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile .Facultad de Ciencias Agrarias. N° p. 89.
- Alvares Carlis(1996), Snacks fritos (chips o Hojuelas). Tesis en Ccompis, Huayro, Peruanita y Papa Blanca. INIA Santa Ana – Junín. N° p.50.
- Bonierbale Walter y Amorós Carlos G. 2001, Perspectivas de papa para la industria. Edición A.G.T. España.N° p. 320.
- Córaspe Héctor Manuel; Muraoka Takashi León; Vinicus de Franzini; De Esthefano Piedade Sonia María; Prado granja Newton. 2009. Absorción de macronutrientes por Plantas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de Tubérculo –Semilla. Sao Paulo Brasil. N° p. 63.
- Cuevas Montilla E.; Antezana A.; Winterhalter P.2008. Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea Mays*) Boliviano. Institutfür Lebensmittelchemie, Technische Universität Braunschweig, Schleinitzstras se Braunschweig, Alemania. Universidad Mayor San Simón Cochabamba, Sucre a Parque la Torre, Cochabamba, Bolivia. N° p. 17.
- Daviusqui M. 2007. Muestras de pigmentaciones de pulpas de papas. American Society of Agronomy, Wisconsin, Estados Unidos. N° p 1472.
- Demolon J. 1996. Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Boletín INIA N° 76.
- Fernández S.; Villano D.; Troncoso A.; García C. 2006. Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. ALAN. N° p. 56.
- Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO. 2008

- Hunneus J.1998. Consumo de Fertilizantes. En CYTED XIII- Tecnología Mineral. Fertilizantes en Ibero América. Universidad Nacional de General San Martín. Buenos Aires. Argentina.
- Klaassen C.; Jorino T.; Paliño T.1986. Toxicidad aguda. Dosis letal media. España.
- Kuskoski Schlöter M.; Kirchof U.; Dobereiner J.G. 2004. Funciones de fertilizantes y visión del uso de bio fertilizantes en Cuba. N° p. 46-51.
- Llano K.; Sgroppo S.; Avanza J. 2003. Actividad antioxidante y contenido en fenoles totales en vinos de origen nacional. FACENA. N° p 19.
- Martínez Usté L. 2009. Fertilidad azufrada de suelos y plantas Ministerio de Agricultura de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero (Sag).
- Mayer María. 2001. Variabilidad Genética de la Papa. Nueva Editorial Interamericana S.A. España. 231 p.
- Melgar C., Camayo A. 2005. Fertilización Nitrogenada, Fosfatada y Azufrada. Revista Agro mercado .97 p.
- Montilla J. 2008. Pigments in fruits. Academic press, London. N° p. 85.
- Muñoz Orlando; Schwatz; Loyola Eduardo. 2003. Revista de Fitoterapia – volumen 3. Edit. SEFIT (Sociedad Española de Fitoterapia). N° p. 7.
- Olivares I.; Guzmán A.; Sierra M.; Mendoza R; Hiks J. 2005. Perspectivas del uso de antioxidantes como coadyuvantes en el tratamiento del asma. RevInst NalEnf Resp México. N° p. 161.
- Peng J. M.;Markakis J.H.1990. Pigmentos Vegetales. Editorial salud. La Habana. N° p.157.
- Porras R. 2005. Manual de fertilizantes. Publicaciones técnicas por cultivo, Soja. Ed. Apresid, Rosario Argentina. N° p. 26.
- Reyes L.F.; Miller J.C.; Cisneros Zevallos.2005. Pulpa Morada y Roja Para Determinar su Contenido Total de Antocianina (ACY), Compuestos Fenólicos Total (PHEN) y Capacidad Antioxidante Antocianina. Estados Unidos. N° p 60.

- Saavedra G. y Alcalde Carlos. 2004. Cuantificación de antocianinas en tubérculos de isaño (*Tropaelum tuberosum*), papa (*Solanum stenotomum*) y oca (*Oxalis tuberosa*)(PLC-DAD). Cochabamba Bolivia. N°p105.
- Snack Food de los Estados Unidos (2007), escala de colores.
- Villas Boas RL. 2001. Dosis de nitrógeno aplicadas de forma convencional a través de fertirrigación. Tesis. Universidad de Estadual Paulista. Brasil. N° p. 66.
- Wissar Guerrero Ricardo. 2008. La respuesta en valor de los atributos de las papas nativas y la generación de Negocios. UDV – INCAGRO Ministerio de Agricultura. Huánuco. N° p. 4.
- Zevallos M. 1999. Efectos antocianos. Editorial americana S.A. Perú. N° p. 200.
- Zúñiga López Noemí. 2011. Catálogo de papas nativas recolectadas de comunidades. INIA Huancayo.

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA • DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE : LUZ NOEMÍ ZUÑIGA LOPEZ

DEPARTAMENTO : JUNIN

DISTRITO : EL TAMBO

REFERENCIA : H.R. 18652-002C-07

BOLT. 5214

PROVINCIA : PUCARA

PREDIO : MARCAVALLE

FECHA : 22-08-12

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm				Clase Textural	CIC	Cambiables						Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺ + H ⁺				
7954		4.95	0.56	0.0	2.6	18.3	339	60	28	12	Fr A.	16 00	11 87	3.07	0.67	0.08	0.30	15.99	15 89	98	

A = arena, A.Fr = arena franca, Fr.A = franco arenoso, Fr. = franco, Fr.L = franco limoso, L = limoso, Fr.Ar.A = franco arcilla arenoso, Fr.Ar = franco arcilloso, Fr.Ar.L = franco arcillo limoso, Ar.A = Arcilla Arenoso, Ar.L = arcillo limoso, Ar. = Arcilloso



Ing. Rubén Bazán Tapia
 Jefe del Laboratorio

RENDIMIENTO

VARIETAD	REP	TRATAMIENTOS	PC	N° de tubos	Peso	NTP	PTP	RDTO. Tn/ha
C C E C C O R A N I	I	TESTIGO	60	300	14.6	5	0.2	8.8
		T1 = 0.15	65	325	25.4	5	0.39	12.3
		T2 = 0.2	65	390	31.4	6	0.48	15.3
		T3 = 0.25	63	315	28	5	0.44	14.1
		T4 = 0.30	62	372	27.3	6	0.44	13.8
	II	TESTIGO	63	315	17.4	5	0.28	
		T1 = 0.15	65	325	23.6	5	0.36	
		T2 = 0.2	67	335	29.4	5	0.44	
		T3 = 0.25	64	384	25	6	0.39	
		T4 = 0.30	65	390	27.6	6	0.42	
	III	TESTIGO	64	256	18	4	0.28	
		T1 = 0.15	66	330	24.3	5	0.37	
		T2 = 0.2	66	330	30.8	5	0.47	
		T3 = 0.25	66	330	29.4	5	0.45	
		T4 = 0.30	66	330	25.6	5	0.39	
H U A Y R O M A C H O	I	TESTIGO	65	195	15.2	3	0.23	8.17
		T1 = 0.15	67	335	27.3	5	0.41	11.20
		T2 = 0.2	67	335	30.4	5	0.45	13.22
		T3 = 0.25	68	340	30.5	5	0.45	14.06
		T4 = 0.30	65	260	20.5	4	0.32	11.12
	II	TESTIGO	67	201	15.4	3	0.23	
		T1 = 0.15	67	201	20.3	3	0.30	
		T2 = 0.2	67	335	21.4	5	0.32	
		T3 = 0.25	67	335	25.4	5	0.38	
		T4 = 0.30	65	260	20.3	4	0.31	
	III	TESTIGO	66	198	18.4	3	0.28	
		T1 = 0.15	66	396	20.3	6	0.31	
		T2 = 0.2	66	396	28.3	6	0.43	
		T3 = 0.25	67	335	30.2	5	0.45	
		T4 = 0.30	66	264	25.3	4	0.38	
L E O N A	I	TESTIGO	67	134	18.4	2	0.27	9.24
		T1 = 0.15	68	272	25.5	4	0.38	12.05
		T2 = 0.2	68	408	27.5	6	0.40	14.23
		T3 = 0.25	67	402	30.2	6	0.45	15.42
		T4 = 0.30	66	264	31.3	4	0.47	13.69
	II	TESTIGO	67	134	19.2	2	0.29	
		T1 = 0.15	68	272	28.3	4	0.42	
		T2 = 0.2	67	469	29.8	7	0.44	
		T3 = 0.25	68	340	30.5	5	0.45	
		T4 = 0.30	67	268	24.6	4	0.37	
	III	TESTIGO	67	335	18.7	5	0.28	
		T1 = 0.15	67	335	20.4	5	0.30	
		T2 = 0.2	68	408	30.2	6	0.44	
		T3 = 0.25	68	476	34.2	7	0.50	
		T4 = 0.30	68	272	27.4	4	0.40	

INFORME DE ENSAYO N° 0322 - FAHA - UNCF - 2011

SOLICITANTE
DIRECCION

INSTITUTE DE VASC...
CALLE...

DELEGATORIO DE CONTACTO...
UNIVERSIDAD...
CALLE...

PROYECTO
IDENTIFICACION

ACTIVIDAD

FECHA DE RECEPCION DEL MUESTRO

AREA DE IDENTIFICACION

FECHA DE EMISION

REVISOR



INFORME DE ENSAYO N° 0324 - FAHA - UNCP - 2011

CLIENTE
EFRELLON

MATERIAL DE ENSAYO: CEMENTO PORTLAND TIPO III
CANTIDAD: 100 kg

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU
CALLE DE LA UNCP N° 1000 - PUNO

FECHA DE EMISIÓN: 15/05/2011
FECHA DE VIGENCIA: 15/05/2011
FECHA DE RECEPCIÓN: 15/05/2011
FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011

LABORATORIO N° 0324



Msc. *[Firma]*
GERENTE DE CALIDAD
PUNO - PERU

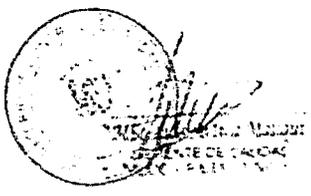
INFORME DE ENSAYO N° 0323 - FAMA - UNOP - 2011

SOLICITANTE:
DIRECCION

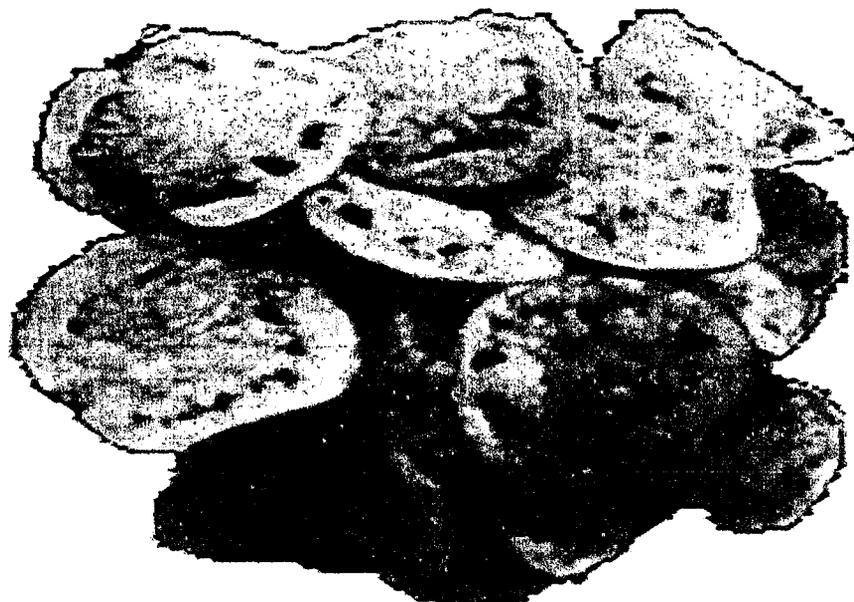
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

ELABORADO POR: [Firma] APROBADO POR: [Firma] FECHA: 2011-08-25
LUGAR: [Lugar] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

OBJETIVO:
DESCRIPCIÓN:
MATERIALES:
MÉTODOS:
RESULTADOS:



FOTOGRAFIA N° 9. Pigmentación fritura - Cceccorani festigo



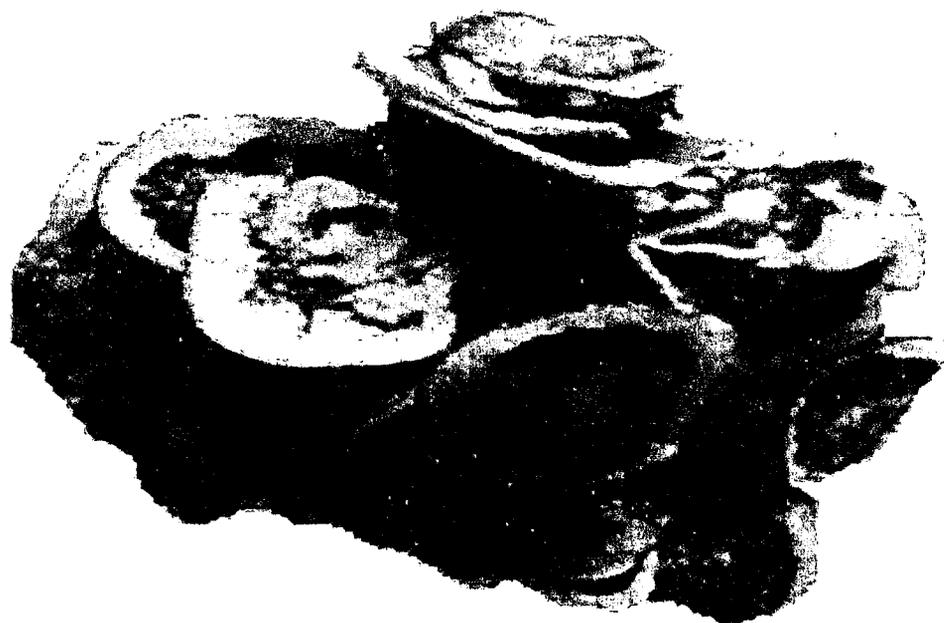
FOTOGRAFIA N° 10. Pigmentación fritura - Cceccorani tratamiento uno.



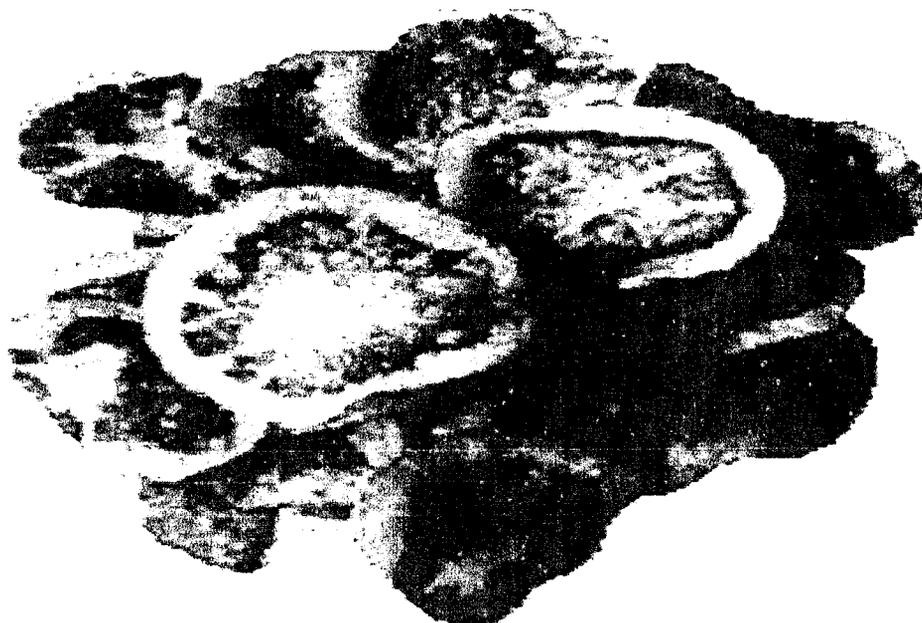
FOTOGRAFIA N° 11. Pigmentación fritura - Cceccorani tratamiento dos.



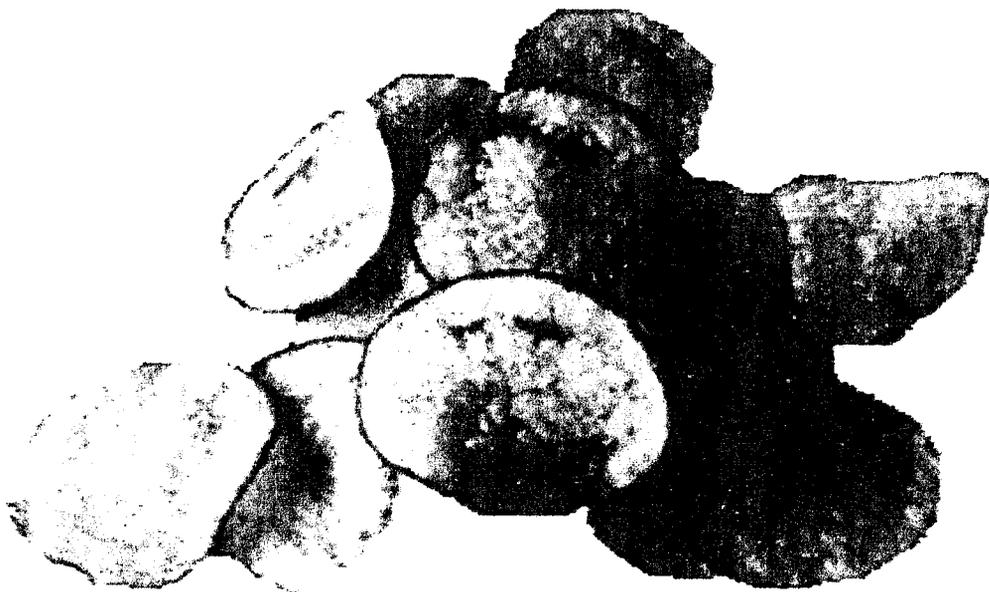
FOTOGRAFIA N° 12. Pigmentación fritura - Cceccorani tratamiento tres.



FOTOGRAFIA N° 13. Pigmentación fritura - Cceccorani tratamiento cuatro.



FOTOGRAFIA N° 14. Pigmentación fritura - Huayro Macho testigo.



FOTOGRAFIA N° 15. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento uno.



FOTOGRAFIA N° 16. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento dos.



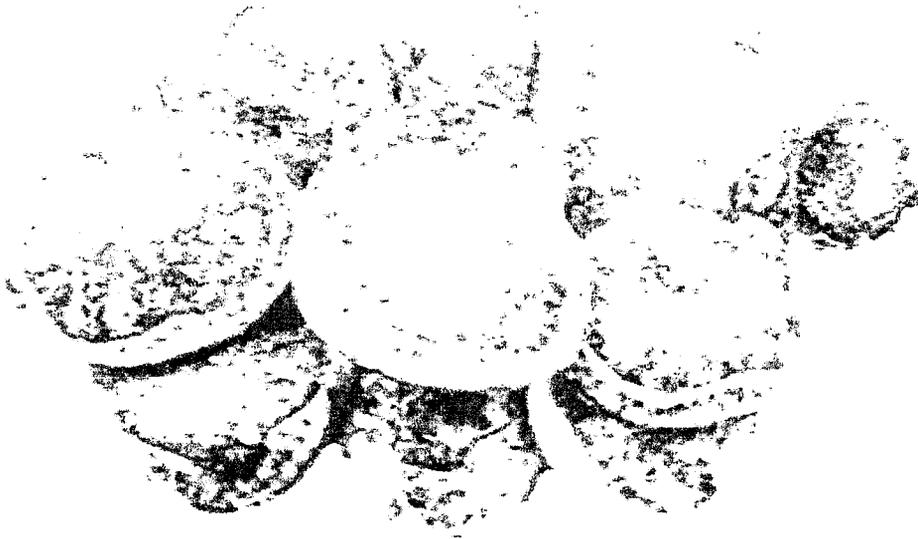
FOTOGRAFIA N° 17. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento tres.



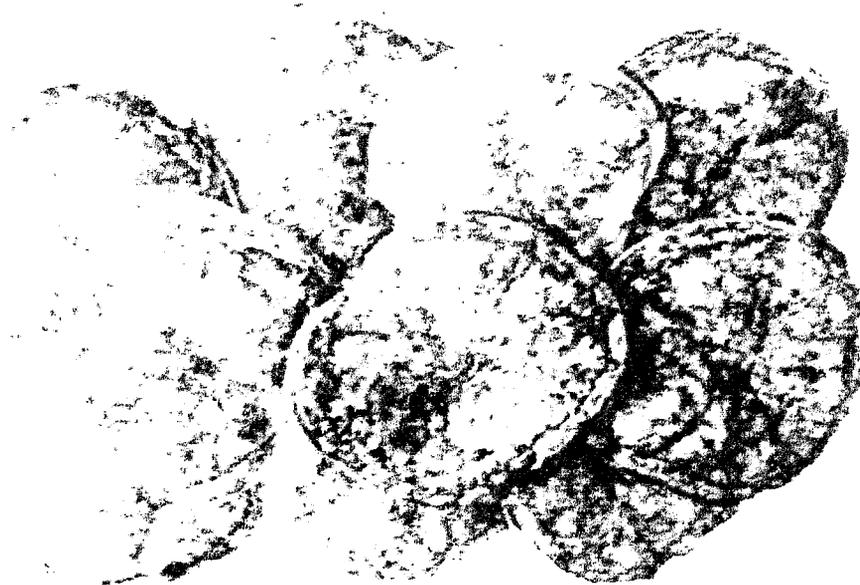
FOTOGRAFIA N° 18. Pigmentación fritura – Huayro Macho tratamiento cuatro.



FOTOGRAFIA N° 19. Pigmentación fritura – Leona testigo.



FOTOGRAFIA N° 20. Pigmentación fritura – Leona tratamiento uno.



FOTOGRAFIA N° 21. Pigmentación fritura – Leona tratamiento dos.



FOTOGRAFIA N° 22. Pigmentación fritura – Leona tratamiento tres.



FOTOGRAFIA N° 23. Pigmentación fritura – Leona tratamiento cuatro.

