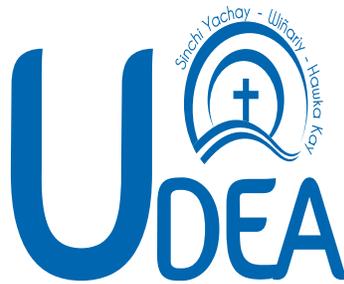


**UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO  
ANDINO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN**



Universidad para el Desarrollo Andino

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**IDENTIFICACIÓN DE ALELOS ASOCIADOS A CALIDAD  
INDUSTRIAL DE CHIPS EN CRUZAS DE PAPAS NATIVAS DE  
PULPA COLOREADA**

**PRESENTADO POR:**

**M. Sc. DEMETRIO FACTOR LOPEZ PORTILLA**

**ANGARAES-HUANCAVELICA – PERÚ**

**2015**

## **TITULO:**

“Identificación de alelos asociados a calidad industrial de chips en cruza de papas nativas de pulpa coloreada”

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

En los últimos años, ha incrementado la tendencia del consumo de papas nativas de pulpas coloreadas en forma procesada (*chips*), siendo necesario el abastecimiento constante para la industria. A pesar de recomendarse el almacenamiento a bajas temperaturas (ventajas: menor tasa de brotación, baja incidencia de enfermedades), estas condiciones inducen a una mayor concentración de azúcares reductores (AR) en los tubérculos, produciendo *chips* de baja calidad (coloración oscura, sabor amargo, entre otros).

Este proyecto tiene como objetivo: conocer la variación y heredabilidad de los caracteres asociados a calidad de *chips* tanto en individuos como en poblaciones generadas a partir de variedades nativas diploides de pulpa coloreada de Huancavelica; e identificar marcadores asociados al metabolismo de carbohidratos que muestren estar ligados a caracteres de calidad industrial (bajas concentraciones de AR, altos porcentajes de materia seca, coloración de hojuelas). De esta manera se haría una primera aproximación de selección de progenie.

Se espera que los resultados de este trabajo permitan un primer acercamiento al desarrollo de futuros programa de mejoramiento con miras a obtener materiales con caracteres asociados a calidad industrial en papas nativas de pulpa coloreada.

## **PALABRAS CLAVES**

Papas nativas de pulpa de colores, diploides, carbohidratos, materia seca, heredabilidad, cold-sweetening.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En la última década ha aumentado el interés por parte del mercado de productos procesados (*chips*) de papas nativas de pulpa coloreada.

Para el constante abastecimiento de la industria, es necesario el almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas. Sin embargo, estas condiciones catalizan la degradación de la sacarosa en azúcares reductores (AR), las cuales tras el fritado (180°C) reaccionan con la asparagina, generando productos indeseables como la acrilamida y *chips* de coloración oscura y sabor desagradable. Por lo tanto, se deduce que a mayor concentración de AR, menor calidad de *chips*.

Los candidatos idóneos para chips no sólo deben portar los caracteres de interés industrial sino también tener la habilidad de transferencia de éstos a poblaciones. A partir de estos resultados, se puede iniciar la búsqueda de marcadores moleculares asociados a éstos, y en futuro poder aplicarlos exitosamente en programas de mejoramiento.

### **2.1. Objetivos de la investigación.**

#### **2.1.1. Objetivos generales.**

Establecer asociación entre caracteres de interés industrial y marcadores en poblaciones generadas a partir de cruza de variedades de papas nativas originarias de Huancavelica seleccionadas previamente por su heredabilidad de caracteres de interés.

#### **2.1.2. Objetivos específicos.**

- Generar, evaluar y analizar patrones de heredabilidad de caracteres en cruzamientos entre papas nativas de pulpa coloreada.

- Generar poblaciones híbridas (F1) a partir de parentales seleccionados por análisis de heredabilidad de caracteres de interés industrial.
- Analizar la diversidad alélica de genes candidatos relacionados al metabolismo de carbohidratos en las poblaciones híbridas (F1).
- Asociar alelos específicos de genes candidatos relacionados al metabolismo de carbohidratos con caracteres de interés industrial.

## **2.2. Hipótesis.**

En las zonas de mayor altitud se encuentra la mayor diversidad de cultivares de papas nativas, sin embargo, los pequeños productores han enfocado el cultivo de variedades de papas nativas en su mayoría para el autoconsumo, poniendo en peligro de extinción el cultivo de muchas otras variedades de papas nativas, sobre todo las de pulpa pigmentada, debido al desconocimiento de características interesantes.

Un gran problema para la industria de procesados de *chips*) es el fenómeno conocido como endulzamiento inducido por frío, en el cual se produce la hidrólisis irreversible de sacarosa en glucosa y fructosa en los tubérculos de papa tras el almacenamiento a bajas temperaturas ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ). Estas temperaturas de almacenamiento son necesarias para la reducción de la tasa de brotación de los tubérculos, pérdida de humedad y mayor incidencia de alguna enfermedad durante el prolongado tiempo de almacenamiento.

Durante el proceso de fritado ( $180^{\circ}\text{C}$ ) se produce la reacción de Maillard, que consiste en la reacción de los grupos aldehído libres de los azúcares reductores y los grupos amino libres del aminoácidos aparagina. Por lo tanto, una elevada concentración de estos azúcares en presencia del aminoácido, generaría altas concentraciones de acrilamida, así como hojuelas oscuras y de sabor desagradable.

Desafortunadamente, la identificación y selección de genotipos candidatos para *chips* se basa generalmente en la evaluación visual de las características agronómicas, morfológicas y químicas del tubérculo, esquema de selección ineficiente de los posibles candidatos para la industria, ya que los rasgos que no son observables pueden ser eliminados de las potenciales poblaciones.

Se han identificado genotipos que son capaces de acumular niveles bajos de AR durante el almacenamiento, sin embargo se reportan intentos fallidos durante el desarrollo de progenies a partir del cruce de estos genotipos candidatos, pues no presentaron los caracteres de interés industrial de sus parentales. Por lo tanto, es necesario entender los factores genéticos que están asociados a estos caracteres así como la herencia de los mismos. Pereira et al., (1993) reportaron que caracteres como la coloración de *chips* y el contenido de azúcares reductores muestran patrones similares de segregación en poblaciones productos de cruza entre un parental con la habilidad de no acumular elevadas cantidades de AR y otro parental que acumula cantidades elevadas de AR.

Ha: Los nuevos genotipos presentan características deseables para la elaboración de chips.

### **2.3. Justificación del estudio.**

La mayor limitación de la industria de *chips* es la limitada disponibilidad de variedades de papas nativas que cumplen con los requisitos de calidad externa e interna. Alvarado (2008), luego de realizó una clasificación basada sólo en estudios fenotípicos/bioquímicos de caracteres de calidad de chips (alto porcentaje de materia seca y bajas concentraciones de azúcares reductores). Sin embargo, los candidatos no fueron idóneos debido al bajo rendimiento de producción, forma inapropiada del tubérculo y largos períodos vegetativos.

En los últimos años ha incrementado el interés del mercado extranjero por productos procesados de papas nativas, prueba de ello, es la exitosa introducción al mercado internacional de los *chips* de papas nativas de la marca Ethiquable, desarrollados por una asociación de productores de Huancavelica que empezó a exportar sus productos a Europa (Francia, Bélgica y Alemania), incrementando así el interés de los agricultores en estas variedades. Actualmente, la selección de las variedades para la industria se basa netamente en la percepción visual de las características. En el 2013, esta selección subjetiva posiblemente provocó la devolución de contenedores con *chips* de variedades de pulpa coloreada, ya que éstos presentaron concentraciones de acrilamida superiores al límite permitido por el mercado europeo.

Con el fin de buscar caracteres de interés industrial asociados a marcadores moleculares que permitan la identificación temprana y precisa de material idóneo para la industria, Li et al., (2005) reportaron la asociación de dos alelos de invertasa (*invGE-f* e *invGF-d*) con el carácter de buena calidad de *chip* y un alelo (*invGF-b*) asociado al bajo contenido de almidón. Colman et al., (2010) reportaron hallazgos similares, además identificaron 1 variación en la región *invGE* asociada a una buena calidad de fritura y 2 alelos con los microsatélites *Sti002* y *Sti0057*, asociados a una baja concentración de azúcares, resaltando la presencia exclusiva de estos alelos en las variedades andinas (subespecie *andigena*).

En el 2012, el INIA y el equipo técnico de la Unidad de Genómica (UPCH) caracterizaron por primera vez a nivel molecular variedades nativas de Huancayo (pulpa amarilla) con fines industriales. Se reportaron alelos correlacionados a caracteres como gravedad específica, coloración de fritura y concentración de azúcares reductores (manuscrito en preparación).

El trabajo se realizará sólo con variedades (diploides) originarias de Huancavelica que son consideradas potenciales candidatos para industria.

Huaman y Spooner, (2002); reportaron que variedades diploides vs tetraploides presentaron mayores valores de gravedad específica, entre otros caracteres. Proponen el uso de variedades diploides en los primeros intentos de programas de mejoramiento con la posibilidad de transferir los resultados a nivel tetraploide debido a la facilidad de cruzamiento y el flujo de genes que se presentan cuando se recombinan estas variedades.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación.**

Actualmente, el mercado de hojuelas de variedades de papas nativas de pulpa coloreada es atractivo, siendo necesario desarrollar un producto con características diferentes a los que ya existen en el mercado. Según sondeos de mercado, se reporta que el 90% de los entrevistados está dispuesto a comprar hojuelas de papas nativas por su sabor y sus colores diferentes y llamativos (Monteros et al., 2009).

La industria de la papa ha definido claramente las características para procesamiento industrial: elevado contenido de materia seca (>20%), gravedad específica (1.08-1.09) y contenido de azúcares reductores (0.15% del peso fresco), siendo este último una característica importantes para garantizar la calidad del producto procesado (Gaur et al., 1999).

Las condiciones de baja temperatura (necesarias para el almacenamiento), activan el metabolismo del almidón en los tubérculos hacia azúcares reductores (glucosa y fructosa), fenómeno conocido como “endulzamiento inducido por frío”. Por acción de la invertasa, estos azúcares reductores (AR) reaccionan con aminoácidos tales como asparagina en una reacción de tipo Maillard (Dale y Bradshaw, 2003) durante la fritura. Concentraciones altas de AR (>0.15%) producen chips de coloración oscura, sabor amargo y que contienen compuestos tóxicos como la acrilamida (Mottram et al. 2002).

Kalita et al. 2012 reportaron que la variación en la concentración de acrilamida formada en los *chips* depende de las diferentes concentraciones de los precursores (AR y asparagina). A la vez, se sabe que la actividad de esta enzima está influenciada por el genotipo o cultivar (Feltran et al., 2004).

Li et al. (2005), analizaron la variación del gen invertasa (locus invGE/GF) en un estudio sobre cultivares de papa tetraploides, los cuales fueron caracterizados según calidad de fritura y contenido de almidón, reportaron 2 alelos (invGE-f e invGF-d) que fueron asociados a una buena calidad de chip y 1 alelo (invGF-b) asociado a bajo contenido de almidón.

Colman et al. (2010), identificaron 1 variación en la región invGE, no reportada anteriormente, asociada a una buena calidad de fritura. Así mismo, reportó 2 alelos con los microsatélites Sti002 y Sti0057, los cuales estuvieron asociados a una baja concentración de azúcares, resaltando que estos alelos se encontraron exclusivamente en las variedades andinas (subespecie andigena).

Cabe mencionar la acción de productores de Huancavelica que actualmente exportan hojuelas de papas nativas al mercado europeo (Francia, Bélgica y Alemania). En el 2009 iniciaron con la venta de 15 toneladas de *chips* de papas nativas de pulpa roja y morada. Sin embargo, en el 2014, el mercado alemán rechazó lotes de *chips* de pulpa roja por presentar concentraciones de acrilamida que superaron el límite permitido por el mercado internacional, debido probablemente a la elección subjetiva de estas variedades, sin análisis previos.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1. Localización de los ensayos**

El trabajo experimental de campo se realizará en el invernadero de la Universidad para el Desarrollo Andino (UDEA), localizado en la provincia de Angaraes, Distrito de Lircay (Altitud: 3271 msnm, Latitud: 12°59'03", Longitud: 74°43'13").

Debido al volumen de muestras necesarias a evaluar a nivel molecular y bioquímico, la parte experimental de laboratorio será dividida entre las dos instituciones asociadas, de acuerdo a la infraestructura y capacidad de personal. Los laboratorios serán:

- Laboratorio de Biología Molecular (Universidad para el Desarrollo Andino-UDEA).
- Unidad de Genómica (Universidad Peruana Cayetano Heredia-UPCH).

#### **4.2. Obtención de material vegetal**

Se utilizarán como parentales mínimo 4 variedades de papas nativas originarias de Huancavelica de pulpa coloreada, pertenecientes a las especies *Solanum Stenotomum* y/o *Solanum phureja*. Estas variedades nativas serán seleccionadas según parámetros de calidad industrial (baja concentración de azúcares reductores, alto contenido de materia seca, alto porcentaje de gravedad específica, coloración de chips).

Se sembrarán semillas tubérculos, y una vez iniciada la floración, para la obtención de las madres se realizara la castración de los órganos masculinos luego se colectara el polen del padre masculino y se colocara sobre el estigma de la madre y de esa manera se realizara la fertilización y fecundación en la flor femenina de la cual se obtendrá las bayas cuyas semillas nos proporcionaran los nuevos genotipos generados por la cruce y dentro de ellos se realizara el proceso de selección por las características deseables. Colectarán botones florales de diferentes tamaños con el fin de evaluar el estado óptimo, para encontrar la mayor de cantidad de células en división meiótica. A partir de los botones florales se separarán las anteras (órgano reproductor masculino), las cuales con ayuda de estilete serán colocadas en los pistilos (órgano reproductor femenino). Gracias a estas

estructuras se dará la unión del material genético de los progenitores, dando origen a plantas con nuevas combinaciones de genes.

Las cruzas resultantes serán evaluadas y a partir de ellas se escogerán las combinaciones ideales de parentales para la generación de la población híbrida (F1), de acuerdo a la heredabilidad de los caracteres por las cuales fueron seleccionados los parentales. A partir de las combinaciones ideales de parentales se generarán mínimo 2 poblaciones que estarán compuestas como mínimo por 100 individuos.

#### **4.3. Diseño del sistema de cruzas.**

El tipo de diseño de apareamiento que se usará dependerá de la cantidad inicial de parentales. Sin embargo, el primer diseño que se propone será el dialélico. Los cruzamientos dialélicos son aquellos cruzamientos en los que se realizan todas las posibles combinaciones entre cada parental. Este tipo de cruzamiento se recomienda usar si no se pretende cruzar más de 10 individuos (Sprague y Tatum, 1942).

El diseño de siembra será el de bloques al azar, con tres repeticiones; cada parcela estará conformada por un surco.

Para la realización del primer cruzamiento (cruzamientos de los parentales candidatos) se sembrarán cinco tubérculos por surco destinándose 10 surcos por variedad, las cuales estarán separadas a una distancia de siembra de 0,3 m entre plantas y 0.5 m entre surcos.

Se realizaran cruzas dialélicas y sus recíprocas lo que significa que las plantas que actuaran como masculinas también serán como femeninas.

#### **4.4. Análisis de cruzamientos**

El tipo de cruzamiento que se propone usar, proporciona una estimación más exacta de la Aptitud Combinatoria General (ACG) y de la Aptitud Combinatoria Específica (ACE) de cada uno de los cruzamientos, lo cual servirá para entender la naturaleza de la acción génica en los caracteres evaluados.

También se estimará la heredabilidad en sentido amplio (H<sup>2</sup>) y en sentido estrecho (h<sup>2</sup>) (Molina –Galán, 1992).

#### **4.5. Evaluación agronómica**

Durante todo el ciclo vegetativo de las plántulas de papas se harán seguimientos de incidencia de enfermedades y plagas.

Algunos de los caracteres que se tomarán en cuenta para la evaluación agronómica:

- Vigor de planta
- Total de plantas por parcela
- Altura de planta: media de la distancia en centímetros desde la base del tallo hasta la hoja de bandera de diez plantas de cada parcela.

#### **4.6. Características morfológicas de tubérculos**

La metodología utilizada para evaluar los parámetros de morfología de los tubérculos mencionados a continuación serán los establecidos por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

- Profundidad de los ojos en los tubérculos.
- Forma del tubérculo.
- Tipo de piel.
- Color de piel.
- Tamaño del tubérculo.

#### **4.7. Análisis de calidad**

Las rodajas de papa serán freídas a 180°C durante 3 minutos o hasta la finalización del burbujeo del aceite. Se evaluará el color de los chips utilizando una carta con escala de colores. El color se estimará comparando con la carta SFA de colores standar de chips. La evaluación sensorial se realizará mediante una tabla de sabores que analiza el color, sabor, textura, uniformidad del tubérculo y forma y apariencia. La metodología utilizada para evaluar los parámetros de calidad de las hojuela de papas (*chips*) mencionados a continuación serán los establecidos por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

- Color al freír.

- Sabor.

- Textura.

#### **4.8. Análisis físico-químico**

A continuación se detallará la metodología para el análisis físico-químico a partir de los tubérculos obtenidos:

**a) Gravedad específica:** Para determinar esta variable se utilizará el método de peso en aire y peso en agua comúnmente utilizado para la determinación de la gravedad específica en vegetales (Kleinkopf et al. 1987).

**b) Porcentaje de materia seca:** El contenido de materia seca se determinará por medio de secado de los tubérculos provenientes de las cinco plantas de la hilera central de cada bloque, luego se cortarán en rodajas, se pesaron (peso inicial) y posteriormente serán introducidas en la estufa a 75 °C hasta llegar a peso constante.

**c) Sólidos totales:** Para la determinación de sólidos totales, se utilizarán 5 muestras por variedad; cada muestra estará compuesta por 3 tubérculos frescos, escogidos al azar. Los tubérculos se pelarán, homogenizarán con ayuda de una licuadora y luego se almacenarán a 4°C. Los sólidos totales

fueron analizados mediante la pérdida de humedad hasta peso constante por secado a 50°C.

**d) Contenido de azúcares en tubérculos:** En los individuos generados para la selección de la combinación idónea de parentales, se utilizarán métodos colorimétricos/espectrometría de Somogyi-Nelson, para detección de concentración de azúcares reductores, agilizando el análisis y disminuyendo costos. Para confirmar los resultados se enviarán las muestras seleccionadas al servicio de Cromatografía Líquida de Alto Performance (HPLC) a la Universidad Nacional Agraria La Molina, debido a su alto poder de resolución y sensibilidad (pero a mayor costo).

Para el análisis de la(s) poblacio(es) generadas a partir de los cruces idóneos de parentales, también se utilizará los métodos colorimétricos y para la confirmación de los resultados se utilizará también el servicio de HPLC.

#### **4.9. Análisis molecular**

##### **EXTRACCIÓN DE ADN.**

Las extracciones de ADN serán realizadas siguiendo el método de Doyle y Doyle (1990) con algunas modificaciones (CIP, 2004) a partir de hojas frescas obtenidas de las plántulas y conservadas hasta su uso en congeladores a -80°C.

##### **CUANTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ADN.**

La concentración de ADN de todas las muestras a trabajar se determinará utilizando un espectrofotómetro NANODROP (ND-1000), evaluándose la relación entre las absorbancias 260/230 para determinar la contaminación proteica, y la relación entre las absorbancias 280/230 para determinar la

contaminación salina, estas mediciones permitirán observar los grados de pureza del ADN obtenido.

La evaluación de calidad del material extraído se realizará a través de electroforesis en gel de agarosa 1% y visualizada por tinción con bromuro de etidio. Terminada la corrida se procederá a capturar la imagen de los geles en el foto documentador.

### **DISEÑO DE CEBADORES RELACIONADOS A GENES CANDIDATOS.**

Se seleccionarán algunos genes candidatos involucrados en el metabolismo de carbohidratos en el tubérculo, algunos de los genes candidatos con los que se propone trabajar son: invertasa apoplástica (Inv-ap), ADP-glucose pyrophosphorylase (AGPase), entre otros.

Los cebadores serán diseñados con el software Primer 3. Además se utilizarán también cebadores reportados para estos genes: Inv-GE, Inv-GF, entre otros, para la búsqueda de asociación en las poblaciones que se generarán en el presente trabajo.

Para el presente trabajo se añadirá una secuencia de 19 nucleótidos (5'-CAC GAC GTGTA AAA CGA C-3') al extremo 5' del forward de los cebadores diseñados, quedando marcados de esta manera los productos de amplificación que luego podrán ser detectados por el láser del secuenciador automático DNA Analyzer 4300 LI-COR.

### **ESTANDARIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PCR.**

Se estandarizará las condiciones de PCR para la amplificación con los cebadores seleccionados, realizando gradientes de temperatura de alineamiento (Temperatura de annealing -Ta) en un termociclador Eppendorf Vapo.Protect.

### **VISUALIZACIÓN DE LOS AMPLIFICADOS.**

El sistema de genotipado es un asistente de lectura de imágenes obtenidas gracias al analizador de ADN LI-COR 4300 basado en la fluorescencia, el cual ofrece precisión en la estimación del tamaño de los fragmentos y el análisis de los datos de una forma semi-automatizada.

Los productos de amplificación se visualizarán en geles de secuenciación utilizando el sistema LI-COR. Se determinará el número de alelos de cada entrada y su tamaño. Con los datos obtenidos se establecerá una base de datos.

Además se propone utilizar la técnica de Polimorfismos de Conformación de Hebras Simples (SSCP) para aumentar el número de polimorfismos.

### **ANÁLISIS DE VARIACIONES ALELICAS.**

Los métodos estadísticos que se utilizarán para el análisis de asociación alélica y los caracteres en estudio serán la prueba t de Student, el análisis de varianza (ANOVA) y el análisis de regresión múltiple. Siendo este último el más utilizado, ya que su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es proporción de la variación fenotípica explicada por el carácter ligado a el marcador en estudio.

En las poblaciones generadas (F1) se analizará la distorsión de segregación usando un test chi-cuadrado para cada marcador.

## V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 5.1. Presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO POR ENTIDADES				
Entidad	Aporte Monetario (S/.)	Aporte No Monetario (S/.)	Aporte Total (S/.)	Distribución de Aportes (%)
UDEA	S/. 0.00	S/. 100,916.00	S/. 100,916.00	17
UPCH	S/. 0.00	S/. 86,125.00	S/. 86,125.00	15
FONDECYT	S/. 400,000.00	-	S/. 400,000.00	68
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 400,000.00</b>	<b>S/. 187,041.00</b>	<b>S/. 587,041.00</b>	<b>100</b>

RESUMEN DEL PRESUPUESTO POR RUBROS FINANCIABLES										
RUBROS	ENTIDADES						APOORTE FONDECYT		TOTAL	
	UDEA		UPCH		APOORTE TOTAL DE ENTIDADES		Aporte Monetario	%	Aporte Monetario	Aporte No Monetario
	Aporte Monetario	Aporte No Monetario	Aporte Monetario	Aporte No Monetario	Aporte Monetario	Aporte No Monetario				
I.RECURSOS HUMANOS	S/. 0.00	S/. 19,800.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 19,800.00	S/. 184,320.00	46	S/. 184,320.00	S/. 19,800.00
II.EQUIPOS Y BIENES DURADEROS	S/. 0.00	S/. 81,116.00	S/. 0.00	S/. 86,125.00	S/. 80,000.00	S/. 167,241.00	S/. 80,000.00	20	S/. 80,000.00	S/. 167,241.00
III.GASTOS OPERATIVOS	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 66,132.40	S/. 0.00	S/. 135,680.00	34	S/. 115,680.00	S/. 0.00
3.1 Insumos y materiales	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 49,547.60	12	S/. 49,547.60	S/. 0.00
3.2 Servicio de terceros	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 39,932.40	S/. 0.00	S/. 39,932.40	10	S/. 39,932.40	S/. 0.00
3.3 Gastos varios	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 26,200.00	S/. 0.00	S/. 26,200.00	7	S/. 26,200.00	S/. 0.00
IV.GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 20,000.00	5	S/. 20,000.00	S/. 0.00
<b>TOTAL S/.</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 100,916.00</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>S/. 86,125.00</b>	<b>S/. 146,132.40</b>	<b>S/. 187,041.00</b>	<b>S/. 400,000.00</b>	<b>100</b>	<b>S/. 400,000.00</b>	<b>S/. 187,041.00</b>

## 5.2. Cronograma.

ACTIVIDADES	2016						2017-2018					
	EF	MA	MJ	JA	SO	ND	EF	MA	MJ	JA	SO	ND
Recolección de material genético	X											
Tratamiento del material genético	X											
Instalación de cultivos		X										
Cruzas				X								
Obtención de nuevos genotipos					X							
Rompimiento de latencia de las nuevas semillas					X							
Siembra en almácigo						X						
Repiques a bolsas							X					
Cosecha de nuevos genotipos								X				
Selección de genotipos									X			
Estudios moleculares										X	X	
Obtención de nuevas variedades												X

## 5.3. Financiamiento.

UDEA: 17%

UPCH:15%

CONCYTEC: 68%

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Brown C. 2005. Antioxidant in potato. *Am. J. Potato Res.* 82: 163-172.
- Collard B., Jahufer M., Brouwer J., Pang E. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The Basic Concepts. *Euphytica.* 142: 169-196.
- Colman S., Divito S., Digilio A., Monti M., Feingold S. 2010. Marcadores funcionales asociados al endulzamiento inducido por frío en papas nativas de Argentina. I Congreso Internacional de Investigación y desarrollo de papas nativas.
- Dale M., Bradshaw J. 2003. Progress in improving processing attributes in potato. *Trends Plant Sci.* 8(7): 310-312.
- Feltran J., Lemos., Vieites R. 2004. Technological quality and utilization of potato tubers. *Sci. Agric.* 61 (6).
- Gaur P., Naïf P., Kaushik S., Chakrabarti S. 1999. Use of genetic resources in Indian potato varieties improvement programme, Technical Bulletin 51, Central Potato Research Institute. pp. 1-38.
- Kalita D., David H., Sastry J. 2013. Role of polyphenols in acrylamide formation in the fried products of potato tubers with colored flesh. *Food Research International.* 54 (1): 753–759.
- Kleinkopf G., Westermann D., Wille M., Kleinschmidt G. 1987. Specific gravity of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 64:579-587.
- Lachman J., Hamouz K. 2005. Red and purple coloured potatoes as a significant antioxidant source in human nutrition – a review. *Plant, Soil and Environment.* 51: 477-482.
- Li L, Strahwald J, Hofferbert HR, Lübeck J, Tacke E, Junghans H, Wunder J, Gebhardt C. 2005. DNA variation at the invertase locus *invGE/GF* is associated with tuber quality traits in populations of potato breeding clones. *Genetics.* 170(2): 813-21.
- Monteros C., Jiménez J., Gavilánez M. 2006. La magia de la papa nativa. *Recetario Gastronómico.* Quito. INIAP, Papa Andina, FONTAGRO. 69 p.

- Mottram D., Wedzicha B., Dodson A. 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*. 419(6906): 448-449.
- Varshney R., Thiel T., Sretenovic-Rajcic T., Baum M., Valkoun J., Guo P., Grando S., Ceccarelli S., Graner A. 2008. Identification and validation of a core set of informative genic SSR and SNP markers for assaying functional diversity in barley. *Molecular Breeding*. 22(1): 1-13