



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias

Fecha de Presentación: 2011/05
Estación Experimental: Santa Catalina

Programa / Departamento: Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa.

Proyecto: Código: Fortalecimiento 2100527-017
Título: Fortalecimiento Institucional. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa.

Resultado: Número: 2.1
Título: Agronomía y poscosecha

Actividad: Título: Evaluación del efecto de la hidrácida maleica, sobre la vida útil y calidad de la variedad Yana shungo (*Solanum* spp).

Ubicación 1: Provincia: Pichincha
Cantón: Mejía
Parroquia: Cutuglahua

Ubicación 2 : Provincia: Cotopaxi
Cantón: Latacunga
Parroquia: Mulaló

Autor: Micaela Navarrete Mier

Coautores: Ing. Cecilia Monteros
Ing. Elena Villacrés
Ing. Hernán Naranjo

Colaboradores: Departamento de Nutrición y Calidad INIAP
ACOSA (Aglomerados Cotopaxi)
Ing. Gabriel Larrea – IASA ESPE

Fecha de Inicio: Mayo 2011
Fecha de Terminación: Mayo 2012

Presupuesto: USD 15620
Fuentes de Financiamiento: Fortalecimiento 60,50%
ACOSA 4%
Tesista 31%

1. ANTECEDENTES

Se estima que en el Ecuador hay alrededor de 350 variedades de papas nativas, cultivadas en su mayor parte por pequeños agricultores sobre los 3200 m.s.n.m, en parcelas de 0.01 a 0.5 ha (Monteros, Reinoso, 2010), a esta altitud la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos andinos brindan a estas papas una naturalidad especial, las cuales además son cultivadas generalmente sin el uso de fertilizantes químicos y casi sin aplicación de pesticidas (Monteros *et al.*, 2005).

Pese a que las papas nativas son desconocidas para la mayoría de consumidores urbanos (Monteros *et al.*, 2005), son altamente valoradas por científicos y agricultores indígenas por sus propiedades organolépticas agradables, propiedades nutricionales y porque muchas toleran condiciones adversas. Además, son fuente de genes, punto de partida para trabajos de mejoramiento genético para obtener variedades mejoradas (Monteros *et al.*, 2010; Villacrés, 2009; Quilca, 2008).

Las papas nativas tienen una presencia marginal en el mercado ecuatoriano, apenas 20 variedades tienen presencia en mercados rurales (Unda *et al.*, 2005). Pese a ello las variedades nativas han tomado recientemente particular importancia, como producto procesado y para el consumo en fresco. Se ha iniciado la producción de chips de colores en base a papas nativas (Yana shungo y Puca shungo) mediante un convenio entre el consorcio de productores de papa CONPAPA y la empresa INALPROCES; actualmente ya se encuentra en el mercado “Papas nativas andinas” a través de la marca “Kiwa” con una capacidad de entrega de 30 qq/ semana (Monteros, 2011), por otra parte, en relación a su consumo en fresco Duque (2011) menciona que la demanda potencial de papas nativas en restaurantes gourmet, supermercados y ferias agroecológicas de la ciudad de Quito es de 4949 kg/semana siendo los cultivares con mayor acogida Tushpa y Yana shungo con el 76%, seguidos por Puca shungo con 74%, Chiwila Roja con 63% y Dolores con 40% de aceptación gracias a sus formas llamativas, pulpa de colores, textura arenosa y buen sabor.

La variedad Yana Shungo, proviene de una autofecundación de Chaucha negra, que es una *phureja* y se cultiva en Imbabura (Monteros, 2011). Tiene sabor y textura agradables y además poseen un alto valor nutritivo, en promedio esta papa nativa contiene dos veces la cantidad de potasio (1925 mg/100g), hierro (8.6 mg/100g) y zinc (1.9 mg/100g) en comparación con la variedad mejorada Super Chola (2103 mg/100g, 4.2 mg/100g, 1.9 mg/100g) además de 4 veces más la cantidad de polifenoles (258.8 mg/100g frente a 71 mg/kg) y antioxidantes naturales que ayudan a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer y a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas y respiratorias (Monteros, 2011). Por otra parte, su principal desventaja es que su tiempo de dormancia es de 20 días por lo tanto brota rápidamente y posee corta vida en anaquel, por esta razón debe ser consumida inmediatamente o a su vez procesada industrialmente para evitar la pérdida de valor comercial (Monteros *et al.*, 2010; Monteros y Pallo, 2009).

Para el procesamiento industrial se requieren ciertas características de calidad; en cuanto a materia seca el contenido ideal para papas fritas de 25% debido a que a mayor contenido de materia seca existe un menor consumo de aceite para la fritura y se obtiene una apariencia más harinosa después de cocida (Andrade, 1997), la industria requiere de variedades con bajos contenidos de azúcares reductores inferiores al 0.1% del peso fresco para la producción de chips, valores mayores al 0.33% son inaceptables (Moreno, 2000); el contenido de azúcares reductores está determinado por la variedad, madurez de cosecha y almacenamiento (Pereira y Campos, 1999).

En el período de almacenamiento es importante el tipo de embalaje, este debe ser suficientemente permeable al aire para obtener una adecuada ventilación que permita la eliminación de los productos de la respiración de los tubérculos (dióxido de carbono, vapor de agua y calor) además de ser de bajo costo y fácil transporte (Rastovski,1981), los sacos de polipropileno de tejido ralo presentan buena ventilación, entrada de luz, permiten el intercambio gaseoso y son de fácil manipulación, los sacos de polipropileno aceleran la respiración, el aumento de la temperatura y humedad lo que favorece a pudriciones produciendo envejecimiento prematuro y brotamiento precoz; las gavetas plásticas pueden sustituir el uso de silos, permiten la aireación e iluminación, pueden ser reutilizados aunque su costo inicial es alto, su duración puede compensar la inversión (Cadena, 2010).

Debido a las pérdidas causadas por factores físicos como la brotación (Naranjo, 2000) una alternativa para inhibir la brotación de los tubérculos es la aplicación de inhibidores, la cual puede llevarse a cabo durante el cultivo o luego de la cosecha (Caldiz et al.,1999), actualmente los productos usados a gran escala son la hidrácida maleica (HM) y el isopropil N-(3-clorofenil) carbamato (CIPC) (Gopal, 2006).

La hidrácida maleica es un inhibidor de brotación de acción sistémica, que se aplica pulverizando sobre las plantas en estado vegetativo. La planta lo asimila por las hojas y se trasloca posteriormente al tubérculo donde se acumula (Pérez *et al.*, 2004), inhibiendo el crecimiento de los brotes por 6 a 8 meses (Cáldiz et al.,1999). El efecto bioquímico asociado a la hidrácida maleica consiste en frenar la germinación, a partir de inhibir las citoquininas (división celular en los meristemos), reduciendo el crecimiento de los brotes (Arteaga,2010).

Gichohi & Pritchard citados por Cáldiz *et al.* (1999) mencionan que la hidrácida maleica es ampliamente utilizado en Estados Unidos y Canadá en dosis de 18.9 litros por hectárea. En un estudio realizado en Ecuador en la variedad yema de huevo se determinó que la dosis más efectiva para inhibir la brotación fue de 21 litros por hectárea obteniéndose, a los 28 días después de la cosecha, un 13.5% de tubérculos brotados en la localidad de Toacaso y 9.65% de tubérculos brotados a los 21 días después de la cosecha en la localidad de Mulalillo (Arteaga, 2010).

2. JUSTIFICACIÓN

El principal problema de la variedad Yanashungo es su brotación temprana, esta acorta su período comercial y disminuye la calidad; pese a este inconveniente esta variedad nativa tiene alta aceptación para el consumo en fresco y elaboración de chips gracias a su pulpa coloreada; por lo tanto presenta un gran potencial industrial. Por estas razones se ha planteado la aplicación de la hidrácida maleica como inhibidor de brotación para retardar el crecimiento de los brotes y aumentar la vida útil de los tubérculos.

Debido a que en esta variedad no se dispone de información que haga frente a este problema, el presente trabajo tiene la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de la hidrácida maleica, el tiempo de cosecha y el tipo de embalaje sobre la vida útil y calidad de fritura y culinaria durante 6 periodos de almacenamiento.

Con la información obtenida al finalizar el estudio, los agricultores podrán almacenar por mayor tiempo los tubérculos, contribuyendo a satisfacer la demanda de las empresas procesadores de chips y de los mercados para consumo en fresco manteniendo la calidad requerida, obteniendo un mejor precio y de forma indirecta colaborando con la preservación de esta variedad.

3. OBJETIVOS

a. General

Evaluar el efecto de la hidrácida maleica sobre la vida útil, calidad culinaria y de fritura en la variedad Yana shungo (*Solanum* spp).

b. Específicos

1. Evaluar el efecto de la aplicación de hidrácida maleica como inhibidor de la brotación en la variedad Yana shungo (*Solanum* spp).
2. Determinar el tiempo adecuado de cosecha y el período óptimo de almacenamiento para mantener la calidad para el consumo en fresco y fritura de la variedad Yana shungo (*Solanum* spp).
3. Identificar el tipo de embalaje apropiado para el almacenamiento de tubérculos.

4. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de hidrácida maleica, el tiempo de cosecha y el tipo de embalaje no afectan la vida útil y calidad de fritura y culinaria de la variedad Yana shungo (*Solanum* spp).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material experimental

Variedad de papa: Yana shungo

Inhibidor de brotación: Royal MH 30. (ia Hidrácida maleica).

5.1.2 Materiales y equipos

- Gavetas plásticas
- Sacos ralos
- Sacos plásticos
- Aceite
- Picadora
- Freidora
- Balanza
- Estufa
- Extractor de jugo
- Centrífuga
- Sensores de temperatura y humedad
- Equipos de cosecha (sacos, gavetas, etc.)
- Bomba de mochila
- Insumos agrícolas: fungicidas, insecticidas y fertilizantes

5.2 Metodología

El ensayo se realizará en dos etapas; la primera etapa a realizarse en el campo en donde se evaluará la aplicación de hidrácida maleica, como inhibidor de brotación y dos tiempos de cosecha sobre el rendimiento en la variedad Yana shungo.

La segunda etapa o etapa de poscosecha se realizará en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, se evaluará el efecto de la aplicación de hidrácida maleica, tiempos de cosecha y tipo de embalaje durante 6 períodos de almacenamiento.

5.2.1 Primera etapa

5.2.1.1 Ubicación

La ubicación geográfica y política del lugar donde se desarrollará la primera etapa o fase de campo se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación geográfica y política del sitio experimental

Ubicación	Localidad
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Mulaló
Altitud	3199 m.s.n.m
Longitud	78° 34' 49'' W
Latitud	0°41' 29'' S

Fuente: Datos tomados con GPS

5.2.1.2 Condiciones agroclimáticas

Las condiciones agroclimáticas del sitio experimental se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones agroclimáticas del sitio experimental

Características	Localidad
Precipitación anual en (mm)	97.27
Temperatura máxima (°C)	16.7
Temperatura mínima (°C)	1.6
Temperatura media anual (°C)	8.3
Humedad relativa (%)	94

Fuente: Inamhi, estación meteorológica Cotopaxi-Clirsen

5.2.1.3 Características edáficas

Las características edáficas del sitio experimental se indican en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características edáficas del sitio experimental

Características	
Tipo de suelo	Arenoso
Topografía	Ligeramente ondulado
Orden	Vitrandepts
pH	6.40
Materia orgánica	Medio

Fuente: Mejía, 1986 y reporte de análisis de suelos

5.2.1.4 Factores en estudio

a. Dosis de aplicación del inhibidor

d1: 21 l/ha de hidrácida maleica
d2: sin aplicación de hidrácida maleica

b. Tiempos de cosecha

c1: Tiempo de cosecha 50% del follaje
c2: Tiempo de cosecha 50% defollaje café

5.2.1.5 Tratamientos

Los tratamientos a evaluarse resultan de la combinación de los factores en estudio: dosis de aplicación del inhibidor (d) y tiempos de cosecha (c) tal como se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos en estudio en la fase de campo

Tratamientos		
Código	Interacción	Descripción
T1	d1c1	21 l/ha de hidrácida maleica + tiempo de cosecha 50 % del follaje amarillo
T2	d1c2	21 l/ha de hidrácida maleica + tiempo de cosecha 50 % del follaje café
T3	d2c1	Sin aplicación de hidrácida maleica + tiempo de cosecha 50% del follaje amarillo
T4	d2c2	Sin aplicación de hidrácida maleica + tiempo de cosecha 50 % del follaje café

5.1.2.6 Características de la unidad experimental

a. Unidad experimental

La unidad experimental, será una parcela rectangular de las siguientes dimensiones:

Tamaño de parcela:	81 m ²
(13.5 m de largo * 6 m de ancho)	
Número de surcos:	4
Distancia entre surcos:	1.5 m
Distancia entre plantas:	0.30 m
Parcela neta:	38.7 m ²
Constará de 2 surcos centrales y se eliminará una planta de cada extremo de los surcos de la parcela	
Número de tubérculos / sitio:	1
Número de tubérculos / surco:	20
Número de plantas / surco	20
Número de plantas / parcela neta:	88
Número de plantas / parcela total:	180

b. Características del área experimental

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Distancia entre repeticiones	1 m
Área total del experimento	1368 m ²

c. Disposición de los tratamientos en el sitio experimental

Se presenta en el Anexo I

5.2.1.7 Análisis estadístico

a. Diseño experimental

En el diseño experimental se utilizará un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial (2 x 2) con 4 repeticiones.

b. Esquema de análisis de varianza

En el cuadro 5 se indica el esquema del análisis de varianza de la primera etapa del ensayo.

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	15
REPETICIONES	3
TRATAMIENTOS	3
Dosis del inhibidor	1
Tiempos de cosecha	1
Interacción	1
ERROR	9
PROMEDIO	
CV (%)	

5.2.1.8 Análisis funcional

De establecerse diferencias estadísticas en los factores en estudio y su interacción, se realizarán pruebas de Tukey al 5%; se utilizará el paquete estadístico SPSS.

5.2.1.9 Variables y métodos de evaluación

a. Variables agronómicas

➤ Rendimiento por planta

Se registrará el número de plantas cosechadas de la parcela neta y se procederá a dividir para la producción total de la parcela neta. Expresándola en kilogramos por planta (INIAP/PNRT-papa, 2006).

➤ Rendimiento por categorías

Los tubérculos obtenidos de la parcela neta se clasificarán de acuerdo a la escala de clasificación de los tubérculos expuesta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Escala de clasificación de los tubérculos de acuerdo a su tamaño.

Categoría	Diámetro menor (cm)	Peso (g)
Gruesa	mayor a 10.	> 131
Primera	8.0 a 9.9	101 a 130
Segunda	5.0 – 7.9	61 a 100
Tercera	3.6 – 4,9	46 a 60
Cuarta	3.5 – 2.5	30 a 45
Desecho	menor a 2.5, deformes, rajadas y/o partidas	

Fuente : (INIAP/PNRT-papa, 2006).

La clasificación se realizará por categorías; gruesa, primera y segunda (que serán usadas para la industria), tercera (semilla), cuarta y desecho. Cada categoría será pesada y el rendimiento se expresara en porcentaje/categoría/parcela neta.

➤ **Rendimiento total**

Se expresará en kilogramos por parcela neta, para luego trasladar a t/ha (INIAP/PNRT-papa, 2006).

5.2.2 Segunda etapa

La segunda etapa o etapa de poscosecha del ensayo se realizará en la bodega y laboratorio del PNRT-Papa y en el laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, en la Estación Experimental Santa Catalina.

5.2.2.1 Ubicación

La ubicación geográfica y política del lugar donde se desarrollará la segunda etapa o etapa de poscosecha cuadro 7.

Cuadro 7. Ubicación geográfica y política del sitio experimental

Ubicación	Localidad
Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglahua
Altitud	3080 m.s.n.m.
Longitud	78°33'16.30" O
Latitud	00°22'03.63" S.

Fuente: Rodríguez et al.,2008

5.2.2.2 Condiciones ambientales de la bodega del PNRT-papa

La bodega tiene una temperatura que varía entre 10 y 12°C y una humedad relativa del 60 al 70%.

5.2.2.3 Factores en estudio

a. Dosis de aplicación del inhibidor

d1: 21 l/ha de hidrácida maleica
d2: sin aplicación de hidrácida maleica

b. Tiempos de cosecha

c1: Tiempo de cosecha 50% del follaje amarillo
c2: Tiempo de cosecha 50% de follaje café

c. Tipos de embalaje

e1: Sacos de polietileno de tejido ralo
e2: Sacos de polietileno
e3: Gavetas plásticas

5.2.2.4 Tratamientos

Los tratamientos a evaluarse resultan de la combinación de los factores en estudio: dosis de aplicación del inhibidor (d), tiempos de cosecha (c) y tipos de embalaje (e) tal como se detalla en el cuadro 8.

Cuadro 8. Tratamientos en estudio

Tratamientos		
Código	Interacción	Descripción
T1	d1c1e1	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en sacos de polietileno de tejido ralo
T2	d1c1e2	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en sacos de polietileno
T3	d1c1e3	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en gavetas plásticas
T4	d1c2e1	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje café + almacenamiento en sacos de polietileno de tejido ralo
T5	d1c2e2	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje café + almacenamiento en sacos de polietileno
T6	d1c2e3	21 l/ha de hidrácida maleica + cosecha

		50% del follaje café + almacenamiento en gavetas plásticas
T7	d2c1e1	sin aplicación de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en sacos de polietileno de tejido ralo
T8	d2c1e2	sin aplicación de hidrácida maleica + +cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en sacos de polietileno
T9	d2c1e3	sin aplicación de hidrácida maleica + +cosecha 50% del follaje amarillo+ almacenamiento en gavetas plásticas
T10	d2c2e1	sin aplicación de hidrácida maleica + cosecha 50% del follaje café + almacenamiento en sacos de polietileno de tejido ralo
T11	d2c2e2	sin aplicación de hidrácida maleica + +cosecha 50% del follaje café + almacenamiento en sacos de polietileno
T12	d2c2e3	sin aplicación de hidrácida maleica + +cosecha 50% del follaje café + almacenamiento en gavetas plásticas

5.2.2.5 Características de la unidad experimental

a. Unidad experimental

Unidad experimental:	75 tubérculos por tratamiento
Numero de tratamientos:	12
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	36
Cantidad total a almacenar:	10800 tubérculos

b. Disposición de los tratamientos en el sitio experimental

Se presenta en el anexo II

5.2.2.6 Análisis estadístico

a. Diseño experimental

En el diseño experimental se utilizará un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial (2 x 2 x3) con 3 repeticiones.

b. Esquema de análisis de varianza

En el cuadro 9 se indica el esquema del análisis de varianza de la segunda etapa del ensayo.

Cuadro 9. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	35
TRATAMIENTOS	11
Dosis inhibidor (D)	1
Tiempos de cosecha (C)	1
Tipos de embalaje (E)	2
D x C	1
D x E	2
C x E	2
D x C x E	2
ERROR	24
PROMEDIO	
CV (%)	

5.2.2.7 Análisis funcional

De establecerse diferencias estadísticas en los factores en estudio y su interacción, se realizarán pruebas de Tukey al 5%; se utilizará el paquete estadístico SPSS.

5.2.2.8 Variables y métodos de evaluación

Todas las variables serán analizadas en 6 períodos de almacenamiento, los tubérculos serán muestreados y analizados cada 10 días por un período total de 50 días.

p1: 0 días después de la cosecha
p2: 10 días después de la cosecha
p3: 20 días después de la cosecha
p4: 30 días después de la cosecha
p5: 40 días después de la cosecha
p6: 50 días después de la cosecha

a. Variables para calidad culinaria o consumo en fresco

➤ Pérdida de peso

Para determinar la pérdida de peso, se tomará una muestra de 30 tubérculos de cada tratamiento, se pesarán después de la cosecha, a los 10 días y paulatinamente en un intervalo de 10 días hasta los 50 días (Cuesta, 2008).

➤ **Grado de brotación**

Se tomará una muestra de 30 tubérculos y se utilizará una escala cuantitativa donde 1 representa sin brotación y 6 representa una longitud mayor a 2 cm alcanzados por brote. Se contará el número de brotes y se calificará como tratamiento brotado no apto para el consumo cuando el 10% de los tubérculos alcance la escala 2 (5mm). La valoración para tubérculos semilla se realizará hasta cuando los brotes de la muestra tomada alcancen la escala 5 (2 cm).

- 1= Sin brotación
- 2= 0.5cm de brote en la muestra
- 3= 0.6 – 1.0cm de brote en la muestra
- 4= 1.1 – 1.5cm de brote en la muestra
- 5= 1.6 – 2.0 cm de brote en la muestra
- 6= > 2cm de brote en la muestra (Cuesta, 2008).

➤ **Contenido de materia seca del tubérculo**

Se expresará en porcentaje. Se tomará una muestra 200 g de tubérculos de cada tratamiento, se picará y se llevará a la estufa a 80° C por 12 horas.

Con la información de los pesos de materia fresca y materia seca de la muestra, se calculará el porcentaje de materia seca en base a la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{Pms}{Pmh} \times 100$$

Donde:

%MS = porcentaje de materia seca.

Pms = peso de la muestra seca.

Pmh = peso de la muestra húmeda (Cuesta, 2008).

➤ **Firmeza**

Se tomará una muestra de cinco tubérculos, las mediciones se realizarán en cinco sectores distintos de las papas mediante el uso de un penetrometro manual marca McCormick, modelo FT 327. Los resultados se reportan en kilogramos fuerza (kgf) (Cuesta, 2008).

➤ **Determinación de almidón por polarimetría**

Principio

El método comprende dos determinaciones. En la primera, la muestra se trata con el ácido clorhídrico diluido y caliente. Después de la clarificación y filtración, se mide la rotación óptica de la solución por polarimetría. En la segunda, se mide la rotación del blanco que es muestra con HCL al 25%, después se clarifica, se filtra y se mide la rotación óptica en las mismas condiciones que en la primera determinación.

Reactivos

- HCl 0.31N
- HCl 25%
- Solución Carrez I: se disuelven 15 g de ferrocianuro de potasio trihidratado en 100 ml de agua destilada.
- Solución Carrez II: se disuelven 30 g de sulfato de zinc heptahidratado en 100 ml de agua destilada

Procedimiento

Para la muestra: Secar la muestra a 65°C y molerla, pesar 2,5 g en un balón de 50 ml. Agregar 25 ml de HCl 0.31 N y agitar por 15 minutos. Llevar a baño de agua hirviente por 15 minutos con agitación continua. Enfriar.

Adicionar 0.5 ml de solución I y 0.5 ml de solución II agitando el balón. De ser necesario repetir este paso las veces que sean necesarias para obtener una solución transparente y cristalina.

Aforar el balón con agua destilada. Centrifugar y filtrar. Desechar los primeros mililitros del filtrado. Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

Para el blanco: pesar 5 g de muestra molida en un balón de 50 ml. Agregar 40 ml de agua destilada y agitar por 15 minutos. Adicionar 1 ml de la solución I y de la solución II, agitar. Aforar el balón con agua destilada, centrifugar en tubos y filtrar.

Tomar 25 ml del filtrado en un balón de 50 ml, añadir 1 ml de ácido clorhídrico al 25% y llevar a baño de agua hirviente por 15 minutos con agitación continua. Enfriar y aforar. Si la solución esta turbia centrifugar y filtrar.

Cálculos

$$\% \text{ almidón} = (a-b)f$$

Donde:

a= ángulo de rotación de la muestra, en grados.

b= ángulo de rotación del blanco, en grados.

f= factor del almidón (para papas 5.501) (Oviedo,2005).

➤ Tiempo de cocción

Se expresará en minutos, se colocarán 5 tubérculos enteros con cáscara de 60 a 130 g, en agua a temperatura de ebullición y se contabilizará el tiempo hasta cuando el penetrómetro (McCormick, modelo FT 327) marque 1 a 2 kg fuerza, textura adecuada para el consumo (Cuesta, 2008).

b. Variables para calidad de fritura

Para la calidad de fritura también se tomará en cuenta las variables de pérdida de peso, grado de brotación y contenido de materia seca anteriormente

descritas.

➤ **Cantidad de hojuelas con aptitud para la fritura**

Las pruebas de fritura, para obtener la cantidad de hojuelas con aptitud para la fritura, se realizarán en el laboratorio del PNRT-papa de la Estación Experimental Santa Catalina.

Se tomarán 10 tubérculos de aproximadamente 61 a 130 g se harán hojuelas en la picadora y se separara entre hojuelas buenas y desecho; se considerarán hojuelas buenas aquellas que no presenten cortes, roturas y picados por insectos.

A continuación se seleccionará 10 hojuelas de cada tubérculo, de aproximadamente 2 mm de grosor, se pesará y lavará hasta eliminar el almidón superficial y se procederá a freír a 170°C hasta que el aceite deje de burbujear. Luego se procederá a clasificar los chips de acuerdo a la siguiente escala:

1 = hojuelas sin ninguna mancha o pardeamiento

2 = hojuelas con ligero pardeamiento marrón claro

3 = hojuelas con ligero pardeamiento marrón claro y con pocas manchas de color marrón oscuro con diámetro menor o igual a 0.5 cm

4 = hojuelas pardas con varias manchas marrón oscuro periféricas o centrales de diámetro mayor a 0.5 cm y menor a 1.8 cm

5 = hojuelas pardas con manchas marrón oscuro intenso periféricas o centrales de diámetro igual o mayor de 1.8 cm.

Se contabilizará y pesará cada categoría para posteriormente obtener el porcentaje de hojuelas de buena calidad u hojuelas aptas para la industria de fritura (escalas 1,2 y 3) (Cuesta, 2008).

➤ **Rendimiento efectivo**

El rendimiento efectivo de hojuelas buenas se obtendrá en base a la sumatoria del rendimiento en peso de hojuelas aptas para la industria (escalas 1,2 y 3) dividido para el peso de los tubérculos integrales en estado fresco y multiplicado por 100 (Cuesta, 2008).

➤ **Azúcares reductores**

Método de Smith y Cronin. Adaptado por el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Principio

La muestra es tratada en fresco con alcohol etílico al 80%, se utiliza el ácido pícrico que va a reaccionar con los azúcares reductores, formando un picramato de color intenso que es leído en el espectrofotómetro a 510 nm. El porcentaje de azúcares reductores se calcula en referencia a una curva de calibración obtenida por la lectura de la densidad óptica de una serie de soluciones de glucosa preparadas en alcohol etílico.

Reactivos

- Ácido pícrico
- Carbonato de sodio
- Glucosa para estándar
- Etanol al 99.8%

Procedimiento

La muestra fresca se fracciona en pequeños pedazos, se toma 30 g, se estabiliza con 80 ml de alcohol etílico al 80% y se homogeniza en una licuadora, se filtra a través del papel y se afora a 100 ml.

Pipetear 1 ml de cada una de las soluciones estándar y 1 ml de etanol al 80% como testigo en 6 tubos que contienen 6 ml de solución de ácido pícrico y 3 ml de carbonato de sodio al 20%.

Se agitan bien todos los tubos y se introducen en un baño de agua hirviendo por 25 minutos. Luego de enfriarse, se lee en un colorímetro a 510 nm, los valores obtenidos se transforman a densidad óptica y se interpola en la curva estándar.

Cálculos

$$\text{Azúcares reductores (mg/100g)} = \frac{X * V}{P_m \text{ (g)}} * 100$$

Donde

x= Concentración de la muestra (mg/ml)

v= Volumen al que se llevó la muestra

Pm= Peso de la muestra (g)

➤ Cantidad de grasa

La cantidad de grasa se determinará en el primero y sexto período de almacenamiento.

Método N° 920.39C de la A.O.A.C. Adaptado por el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP

Principio

El solvente utilizado se condensa continuamente extrayendo materiales solubles al pasar a través de la muestra. El extracto se recoge en un vaso que al completar el proceso se destila quedando en el vaso el extracto graso de la muestra.

Reactivos

- Hexano
- Sulfato de sodio anhidro

Procedimiento

Lavar los vasos de destilación con agua destilada y llevar a la estufa a 105°C por 2 horas, retirar los vasos en un desecador, enfriar, pesar y añadir 200 ml de hexano.

Pesar de 1 a 2 gramos de muestra, mezclar con 2 a 3 gramos de sulfato de sodio anhidro, colocar en un cartucho limpio y tapar con algodón.

Depositar el cartucho con la muestra dentro del dedal de vidrio y colocar dentro del vaso con hexano, montar el equipo de Goldfish, abrir la llave de agua fría para el refrigerante, extraer la grasa por 4 horas.

Secar el vaso de destilación con el residuo en una estufa a 105°C por 7 horas retirarlos de la estufa en un desecador, se enfría y se pesa.

Cálculos

Se utilizará la ecuación:

$$EE = \frac{P_{vr} - P_v}{P_m} * 100$$

Donde:

EE = extracto etéreo (%)

P_v = peso del vaso tarado

P_{vr} = peso del vaso más residuo

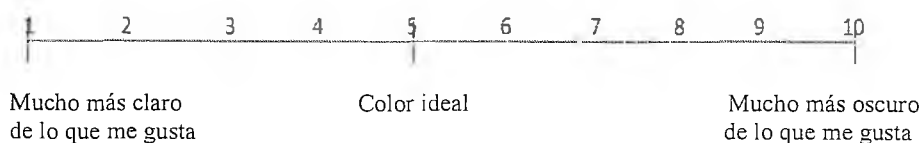
P_m = peso de la muestra

➤ Análisis sensorial

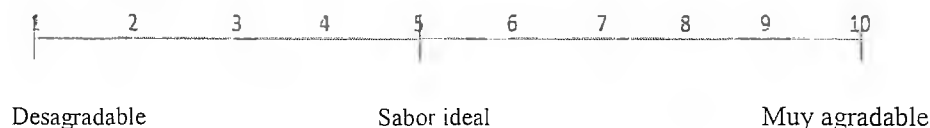
Esta evaluación se realizará en cada uno de los períodos de almacenamiento. La aceptabilidad se determinará mediante pruebas orientadas al consumidor (mujeres y hombres entre 16 a 50 años). Se seleccionarán 50 consumidores a quienes se les proporcionará papas cocidas con cáscara y chips. Esta evaluación comprenderá color, textura y sabor, para ello se usará tubérculos de la primera y segunda categoría de cada uno de los tratamientos.

Se utilizará la Escala del punto ideal en la que el consumidor debe otorgar un puntaje de 1 (me disgusta mucho) a 10 (me gusta mucho).

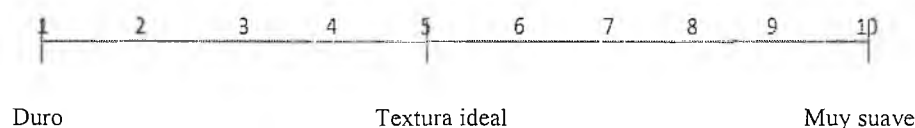
Color



Sabor



Textura



Preferencia global

Nº de muestra

Puntaje (de 1 a 10)

5.2.2.9 Manejo específico del experimento

a. Análisis químico del suelo

Un mes antes de la siembra se tomarán muestras de suelo para su respectivo análisis (mediante un barrenado se tomarán 10 sub muestras siguiendo una línea en zig-zag dentro del área de ensayo). Con los resultados del análisis de suelo se podrá deducir la recomendación fertilización química para el cultivo.

b. Preparación del terreno

La preparación del terreno se efectuará con tractor, se realizarán labores de arado, dos de rastra, y un surcado. Los surcos serán de 0.30m de profundidad y una separación de 1.5m.

c. Fertilización

Se fertilizará siguiendo las recomendaciones del Departamento de Suelos y Aguas en base al reporte del análisis de suelos.

d. Siembra

Se realizará en forma manual, se colocará un tubérculo a 0.30 cm entre planta y 1.5 m entre surcos. La semilla será colocada en el fondo del surco.

e. Controles fitosanitarios

El control de plagas se realizará periódicamente de acuerdo a las necesidades del cultivo. Utilizando productos recomendados por el Departamento de Protección Vegetal. Las principales plagas a controlar serán: Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), Pulguilla (*Epitrix spp*), Trips (*Frankliniella tuberosi*) y en post-cosecha Polilla (*Tecia solanivora*).

En cuanto al control de enfermedades como Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), *Alternaria (Alternaria solani)*, estos serán preventivos.

f. Control de malezas

La deshierba se realizará en forma manual con la ayuda de azadones a los 30 días después de la siembra del ensayo. Se hará un control químico si es necesario.

g. Medio aporque y aporque

El medio aporque consiste en remover superficialmente el suelo y permitir que el suelo se airee. Esta labor se realizará a los 45 días después de la siembra, incorporando la fertilización complementaria, colocando el fertilizante en banda lateral a 10 cm. de las plantas, cubriendo con la labor de medio aporque. Esta labor realizará en forma manual con azadón.

La labor de aporque se realizará a los 65 días con la finalidad de dar mayor sostén a la planta, aflojar la tierra para la aireación, tapar las raicillas, para favorecer la tuberización y conservar la humedad.

h. Aplicación del inhibidor de brotación.

La aplicación de la hidrácida maleica se realizará con una bomba de mochila aproximadamente a la tercera semana después de la floración en una dosis de 21 l/ ha.

i. Cosecha

La cosecha se realizará en forma manual de acuerdo a los tiempos de cosecha en estudio.

j. Post-cosecha

Para cumplir con las características requeridas para el consumo en fresco y por la industria, se eliminarán papas verdes, con daños mecánicos, daños por insectos podridas, deformes y huecas.

De la producción total se escogerán los tubérculos de categoría 1 y 2, con pesos entre 61 a 130 g. Se almacenará 75 tubérculos por cada tratamiento y un total de 10 800 tubérculos.

k. Limpieza de la bodega

La bodega del PNRT-Papa en la Estación Experimental Santa Catalina se limpiará y adecuará para ubicar los tubérculos almacenados en los diferentes tipos de envase usados para el ensayo.

l. Instalación del ensayo en la bodega

Para instalar el ensayo se colocarán los tubérculos de acuerdo a los tratamientos definidos. Los tratamientos serán identificados y ubicados al azar en la bodega. En el interior de la bodega se colocará un sensor digital que permitirá medir la temperatura y humedad relativa.

6. CRONOGRAMA

En el cuadro 10 se detalla el cronograma de actividades del proyecto.

Cuadro 10. Cronograma de actividades del proyecto

Cronograma de actividades												
Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión de literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Elaboración y aprobación del anteproyecto	x	x										
Adquisición de equipos, herramientas y material necesario	x	x										
Muestreo del suelo	x											
Análisis de muestras de suelo	x											
Preparación del terreno		x										
Siembra, fertilización y tape		x										
Control de malezas			x									
Medio aporque			x									
Aporque			x									
Aplicación inhibidor				x								
Controles fitosanitarios		x	x	x	x	x						
Cosecha							x					
Almacenamiento							x	x	x			
Análisis poscosecha							x	x	x			
Toma de datos							x	x	x			
Análisis de datos							x	x	x	x		
Redacción de la tesis							x	x	x	x	x	x

7. PRESUPUESTO

En el cuadro 11 se detallan los costos estimados del proyecto.

Cuadro 11. Costos estimados del proyecto

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor	Valor	Fuentes de		
			unitario	total	financiamiento		
			(USD	(USD	INIAP	ACOSA	Tesista
1. Preparación del suelo							
Arada	hora	2	15	30		30	
Rastrada	hora	2	15	30		30	
Surcada	hora	2	15	30		30	
Arriendo del lote	mes	5	25	125		125	
Subtotal				215		215	
2. Insumos							
Fertipapa siembra	Sacos	2	35	70	70		
Urea	Sacos	2	26	52	52		
Fertilizantes foliares	200 g	5	3	15	15		
Dithane	kg	4	5	20	20		
Curzate	500 g	8	7	56	56		
Hortisec (Acefato)	100 g	3	2	6	6		
Cosan	kg	4	3	12	12		
Fibrex (Fipronil)	250 cm3	2	15,5	31	31		
Fijador	litros	2	6	12	12		
Semilla	Quintal	5	25	125	125		
Inhibidor (hidrázida maleica)	litros	0,41	1.5	0.61	0.61		
Gavetas	unidad	24	3.5	84	84		
Sacos plásticos	unidad	12	1	12	12		
Sacos ralos	unidad	12	1	12	12		
Subtotal				507.61	507.6		
3. Mano de obra							
Siembra	jornal	7	10	70	40	30	
Fertilización	jornal	2	10	20		20	
Rascadillo	jornal	6	10	60		60	
Medio aporque	jornal	6	10	60		60	
Aporque	jornal	6	10	60		60	
Control de malezas	jornal	3	10	30	10	20	
Controles fitosanitarios	jornal	15	10	150	50	100	
Cosecha	jornal	8	10	80	40	40	
Clasificación	jornal	3	10	30	30		

Subtotal				560	170	390	
4. Análisis de laboratorio							
Análisis de suelo	Muestra	1	10	10	10		
Materia seca	Unidad	216	10	2160	2160		
Azúcares reductores	Unidad	216	15	3240	3240		
Contenido de almidón	Unidad	216	10	2160	2160		
Contenido de grasa	Unidad	24	10	240	240		
Subtotal				7810	7810		
5. Pruebas de fritura							
Aceite	bidón 20L	5	28	140	140		
Papel absorbente	rollo	8	3,15	25.2	25.5		
Fundas plásticas	unidad	200	0,03	6	6		
Jornal	día	16	12	192	192		
Misceláneos	varios	1	100	100	100		
Subtotal				463.2	463.2		
6, Seguimiento							
Movilización	km	900	0,35	315	315		
Subsistencias	días	9	25	135	135		
Pago tesista	unidad	12	360	4320			
Subtotal				4770	450		4320
7. Varios							
Materiales de oficina				50	50		
Aranceles de facultad	aranceles	1	500	500			500
Subtotal				550	50		500
Subtotal general				14,876	9451	605	4820
Imprevistos (5%)				743.8	743.8		
Total							15,620

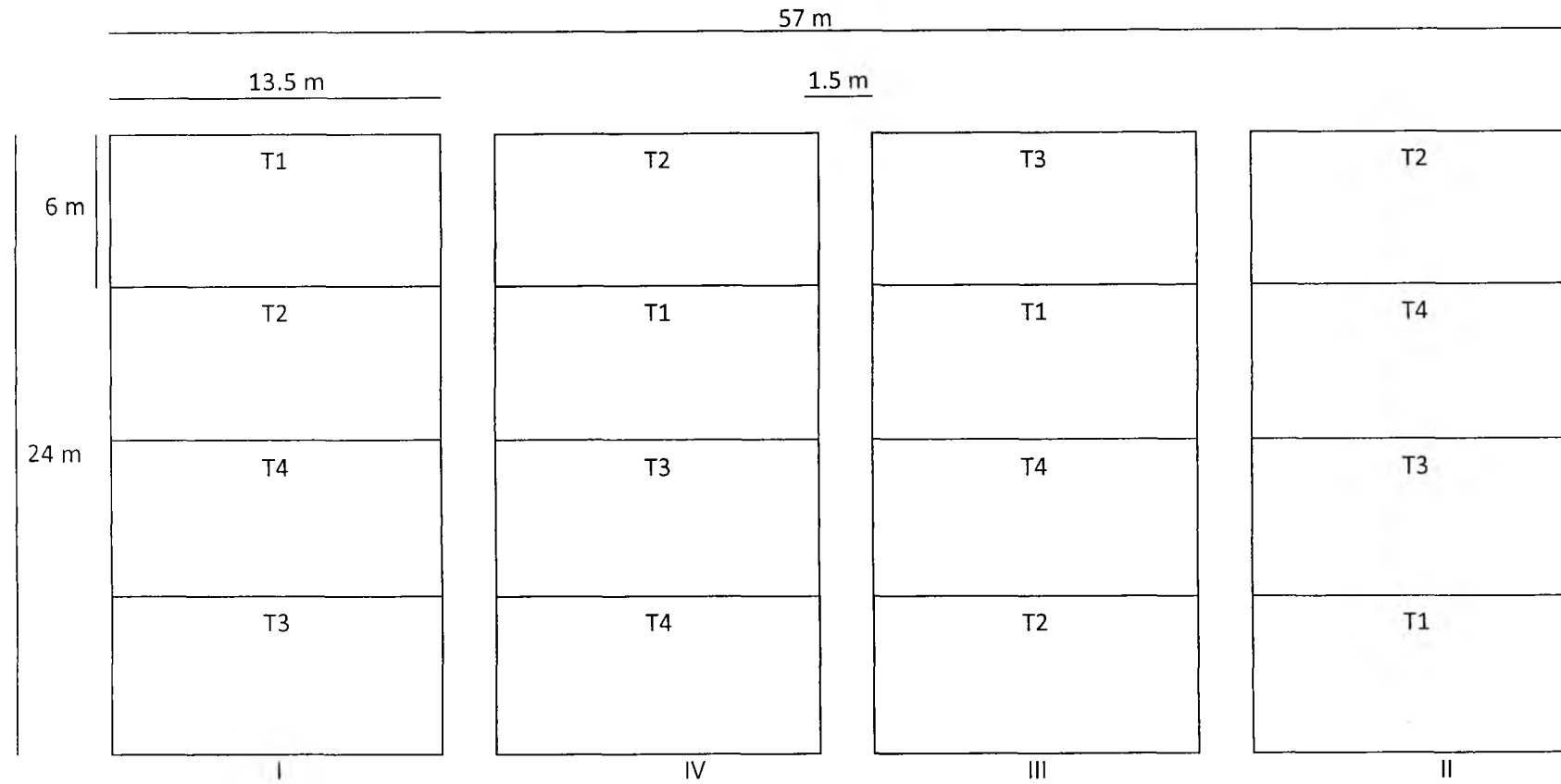
8. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade, H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa (en línea). Revista INIAP N° 9:21-23. Consultado 18 feb. 2011. Disponible en: <http://www.todopapa.com.ar/pdf/requalipapaindustria.pdf>
2. A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemist. 1997. 15 ed. Washintong,DC.1094p.
3. Arteaga,G. 2010. Respuesta del cultivo de papa (*Solanum phureja*) variedad yema de huevo a la aplicación de hidrácida maleica para inhibir su brotación. Tesis. Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 93p.
4. Caldiz, D; Lanfranconi, L; Fernández, L;Nassetta,M. 1999. Aplicación de Hidrazida Maleica en Papa (*Solanum tuberosum* L cv. *Spunta*) y sus Efectos sobre el Rendimiento, la Brotación y el Nivel de Residuos en los Tubérculos (en línea). Revista Latinoamericana de la Papa N°11. Consultado 15 feb. 2011. Disponible en: <http://www.papaslatinas.org/v11n1p164.pdf>
5. _____. s.f.Fisiología de los tubérculos de papa semilla durante el cultivo y el almacenamiento. Frigopap S.A. Buenos Aires, AR. Consultado el 25 de feb 2011. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/27320902/Fisiologia-de-los-tuberculos-de-papa-semilla-durante-el-cultivo-y-el-almacenamiento>
6. Cuesta, X. 2008. Guía para toma de datos. Programa de raíces y tubérculos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIAP. 42p.
7. Cadena, B. Validación de cinco sistema de almacenamiento con cuatro variedades de papa (*Solanum spp*) en dos localidades de la provincia de Imbabura. . Tesis. Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 99p.
8. Cueva, M. 2009. Evaluación de las características de calidad físico química en accesiones de papa nativa (*Solanum sp*) en dos localidades de la sierra central Aláquez, Cotopaxi y Cunchibamba, Tunguragua. Tesis. Ing. agr. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.145p.
9. Duque, J. 2011. Estudio de mercado para determinar la demanda de papa nativas en segmentos de mercado de Quito y Guayaquil. Tesis. Ing. agr. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.141p.
10. _____.; Monteros C; Montesdeoca F. 2010 Estudio de mercado para determinar la demanda de papa nativas en los mercados diferenciados de Quito y Guayaquil, Informe anual Fontagro 353-05 Papas nativas- INIAP, 12 p.
11. Gopal,J; Khurama, P. 2006. Handbook of potato production. Improvement and postharvest managment. London, GB. Food Products Press. 587p.
12. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2008. Boletín Promocional. No 20. Eds. L. Rodríguez, M. Racines, F. Sevilla. Quito, EC. p 5
13. INIAP/PNRT-papa. 2006. Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa. 24p.
14. Mejía,L. 1986. Mapa general de suelos del Ecuador. Quito, EC. Esc.varía. Color

15. Monteros, C; Cuesta, X; Jiménez J; López, G. eds. 2005. Las papas nativas en el Ecuador. Estudios cualitativos sobre oferta y demanda. Primera Edición. Programa Nacional de Raíces y Tubérculo Rubro Papa/FORTIPAPA. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. 32 p.
16. _____; Pallo E. 2009. Conservación y revalorización de papas nativas con pequeños productores de la provincia Bolívar, Ecuador (en línea). Revista Latinoamericana de la papa N° 25. Consultado 16 feb. 2011. Disponible en: http://www.asocam.org/biblioteca/R0084_completo.pdf
17. _____; Reinoso I. 2010. Biodiversidad y oportunidades de mercado para papas nativas ecuatorianas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Fontagro 353-05 Papas nativas. Quito, Ecuador. 11p.
18. _____; Reinoso I; Villacrés E. 2010. Papas nativas rescatando nuestra biodiversidad. Quito, EC. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Raíces y tubérculos, Departamento de Nutrición y Calidad.
19. _____; Yumisaca, F; Andrade, J; Reinoso,I. eds. 2010. Catalogo de variedades nativas de la sierra centro norte-Ecuador: Etnobotánico, morfológico, agronómico y calidad.
20. _____. 2011.Papas nativas en el mercado ecuatoriano. El Hoy. Quito, EC, Mar.
21. Moreno, J. 2000. Calidad de la papa para usos industriales (en línea).Bogotá. Consultado 25 feb.2011. Disponible en: <http://www.todopapa.com.ar/pdf/calidadpapaparausosindustriales.pdf>. consultado 21/02/2011.
22. Naranjo, H. 2000. Maneje su propia semilla de papa. Quito, EC. Escuela Politécnica del Ejército ESPE, Facultad de Ciencias Agropecuarias IASA. Boletín divulgativo. 7p.
23. Oviedo, A. 2005. Estudio de características físico-químicas en clones promisorios de papa. Tesis. Lic. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Escuela de Ciencia Químicas. 120p.
24. Pereira A. da S; Campos A. 1999. Teor de açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum*) (en línea). Ciencia rural 29(1). Consultado 23 feb. 2011. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v29n1/a03v29n1.pdf>
25. Pérez,M; Villafruela, F; Calvo, M;Sánchez,M. 2004. Inhibición de la brotación del ajo en postcosecha mediante la aplicación de Hidracida maleica (en línea). Madrid. Consultado 17 feb.2011. Disponible en: <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=5705>
26. Quilca,N. 2008. Caracterización morfológica, física, organoléptica, química y funcional de papas nativas (*Solanum* spp.), para orientar sus usos. Tesis. Ing. Agroindustrias. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Agroindustrias. 87 p.
27. Rastovski,A. 1981. Storage of potatoes. Post-harvest behavior, store desing, storage practice, handling. Centre of Agricultural Publishing and Documentation. Amsterdam,HO.462p.

28. Rodríguez,L; Racines,M; Sevilla,F. eds. 2008. Boletín Promocional. No 20. INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, EC. p 5.
29. Unda, J; Jiménez, J; Andrade, L; Monteros,C. 2005. Sondeo de las papas nativas en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (en línea). Quito. Consultado el 11 feb. 2011. Disponible en: <http://www.papandina.org/fileadmin/documentpool/Institucional/05-Ec-Papas-Nativas-Ecuatorianas.pdf>
30. Villacrés, E. 2009. Caracterización química y funcional papas nativas (*Solanum ssp.*), para orientar sus usos. Revista Latinoamericana de la Papa.15(1):52-54.
31. Yumisaca, F; Aucancela, R; Haro, F; Pérez, C; Andrade Piedra, J.L. 2009. Encontrando soluciones sostenibles con pequeños productores de papa a través de investigación participativa en la sierra centro de Ecuador. (en línea). Revista Latinoamericana de la Papa N° 15. Consultado 20 feb. 2011. Disponible en : <http://www.papaslatinas.org/v15n1p86.pdf>

Anexo I. Disposición de los tratamientos en el campo



Área total del ensayo = 1368 m²

AnexoII. Disposición de los tratamientos en la bodega del PNRT-papa.

T8	T9	T5
T2	T6	T11
T10	T8	T1
T6	T12	T8
T3	T1	T6
T9	T7	T10
T1	T11	T12
T12	T4	T3
T5	T10	T9
T7	T5	T4
T4	T3	T2
T11	T2	T7
II	III	I