

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DEL MOMENTO DE DEFOLIACION  
MECANICA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD  
DE TUBERCULOS DE PAPA VARIEDAD  
CANCHAN-INIA. CANAAN 2750 msnm.  
AYACUCHO”**

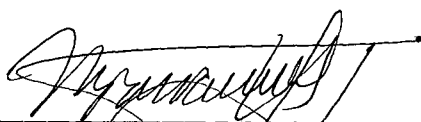
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
*ROLY GOMEZ BAUTISTA***

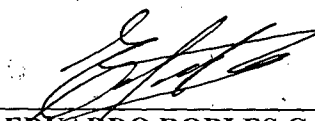
***AYACUCHO - PERÚ  
2010***

**“EFECTO DEL MOMENTO DE DEFOLIACIÓN MECÁNICA EN EL RENDIMIENTO  
Y CALIDAD DE TUBERCULOS DE PAPA VARIEDAD CANCHAN – INIA.  
CANAAN 2750 msnm. AYACUCHO”**

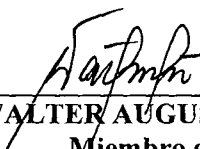
Recomendado : 11 de agosto de 2010.  
Aprobado : 20 de agosto de 2010.




**M.Sc. ING. FERNANDO NICOLAS BARRANTES DEL AGUILA**  
**Presidente del Jurado**



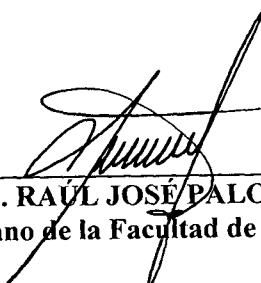
**ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
**Miembro del Jurado**



**ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Miembro del Jurado**



**M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ**  
**Miembro del Jurado**



**M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA**  
**Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias**

## **DEDICATORIA**

*Con todo cariño: A mi adorada  
madre Felicitas.*

*A mis hermanos: Edson, Ketty, Zuly,  
Lenka, Zhenia y Mical.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma máter de mi formación profesional.

A los Señores Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de mis objetivos.

Al Ing. Eduardo Robles García, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

Mi eterno agradecimiento a mi madre y mis hermanos por su enorme sacrificio en el logro de mi profesión.

De igual manera, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

## INDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCION</b> .....	07
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b>	
1.1. Origen de la papa.....	10
1.2. Clasificación.....	10
1.3. Taxonomía.....	11
1.4. Morfología de la planta .....	12
1.5. Etapas de Crecimiento y Desarrollo.....	17
1.6. Variedad Canchan INIA.....	21
1.7. Condiciones Para la Siembra.....	23
1.7.1. Condiciones del clima.....	23
1.7.2. Condiciones del Suelo.....	25
1.7.3. Condiciones de la Semilla .....	26
1.8. Abonamiento.....	26
1.9. Labores Culturales.....	28
1.10. Plagas y Enfermedades.....	29
1.11. Cosecha y Post Cosecha.....	33
1.12. Calidad de la Papa para usos Industriales.....	34
a) Tamaño y Forma de los Tubérculos. ....	36
b) Daños y Deformaciones. ....	37
c) Contenido de Materia Seca en los Tubérculos.....	39
d) Contenido Azucares Reductores en Tubérculos.....	41
e) Ennegrecimiento Enzimático del Tubérculo.....	43
f) Ennegrecimiento no Enzimático.....	44
1.13. Madurez.....	47
1.13.1. Defoliación.....	47
1.14. Recomendaciones Para la Cosecha.....	48
1.15. El Curado, Influencia del Corte de Follaje en la Calidad de los Tubérculos. ....	50

## **CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS**

2.1. Ubicación.....	53
2.2. Características Climáticas.....	53
2.3. Análisis Físico – Químico del suelo.....	57
2.4. Características de la Var. Canchán INIA.....	56
2.6. Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	59
2.9. Variables Evaluadas.....	62
2.9.1. Precocidad.....	62
2.9.2. Productividad.....	63
2.9.3. Calidad .....	64
2.9.4. Merito Económico.....	64
2.10. Conducción del Experimento.....	65

## **CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION**

3.1. Variables de Precocidad.....	69
3.2. Variables de Productividad .....	70
3.3. Variables de Calidad .....	79
3.4. Mérito Económico de los Tratamientos.....	83

## **CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	87
4.2. Recomendaciones.....	88

<b>RESUMEN.....</b>	<b>89</b>
---------------------	-----------

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>90</b>
--	-----------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>
--------------------	-----------

## INTRODUCCION

La papa es uno de los cultivos alimenticios más valiosos para la humanidad. Es superior a todos los otros cultivos en la producción de energía y proteína por unidad de tiempo y superficie, ocupando el cuarto lugar en cuanto a consumo humano. En producción mundial le sigue al trigo, arroz, y maíz **(Horton, 1992)**.

A nivel nacional se cultiva en más de 270,000 ha con una producción de 2 970 000 toneladas. A nivel departamental se cultiva en 12 000 ha con un rendimiento promedio de 7 t/ha, que se encuentra por debajo del promedio nacional.

Existen dos grandes flujos de producción en el país: la campaña grande, con un volumen de producción grande y precios de mercado relativamente

bajos; y la campaña chica con menor volumen de producción pero con mejores precios.

La calidad del tubérculo de papa en el mercado presenta deficiencias, las que se deben a la variedad, época de cosecha, región donde se cultiva, manejo del cultivo y manejo pre y pos cosecha del producto, entre otros, generando reducción de los precios y pérdida del producto.

El cultivo de papa ha experimentado un marcado avance tecnológico incorporando variedades precoces y de alto rendimiento como Tomasa Condemayta, Capiro, Canchán, María Reich, Única y otras. Sin embargo, persisten las deficiencias en la cosecha de papa aun cuando es común en los países industrializados, cortar, halar o destruir el follaje de la papa con químicos antes de la cosecha, con el fin de facilitar y permitir que la piel de los tubérculos se endurezca y adquiera cierta resistencia al transporte y de esta manera mejorar la calidad del producto, adelantar la cosecha, para alcanzar mejores precios de mercado y de esta manera mejorar la rentabilidad del cultivo. La defoliación mecánica es también una práctica rutinaria en los programas de certificación de semilla, para evitar poblaciones de insectos vectores de virus (áfidos), o la incidencia de *Phytophthora infestans* Mont de Barv. en los tubérculos de papa. En nuestra zona es usual que las cosechas se realizan después de la senescencia natural del follaje, permaneciendo el producto varios meses en el terreno sin ser cosechado. Por otro lado, existe poca información sobre el efecto de la defoliación mecánica antes de la cosecha, en la calidad industrial de los tubérculos de papa.



Tomando en consideración lo señalado, a fin de mejorar el manejo pre y pos cosecha de tubérculos de papa, se ha planteado el presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Conocer el momento oportuno de la defoliación mecánica que permita adelantar la cosecha, para obtener el mayor rendimiento, calidad de los tubérculos y rentabilidad económica en la variedad Canchán INIA.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar el periodo oportuno de defoliación mecánica del cultivo de papa var. Canchan INIA, para condiciones de Canaán.
- Determinar el rendimiento y calidad industrial de tubérculos en los diferentes momentos de corte de follaje.
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos estudiados.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEORICO**

#### **1.1. ORIGEN DE LA PAPA**

En el Perú se sabe por evidencias arqueológicas, que este la papa existió mucho antes de la época de los incas y ha sido la base para la civilización de las culturas andinas.

Según **Hawkes (1980)**, señalan que la región del Lago Titicaca sería el centro de origen de la papa cultivada, porque allí existe un gran número de especies, al igual que variedades cultivadas; es el lugar donde abría nacido la agricultura más primitiva basado en el cultivo de la papa y otras tuberosas.

#### **1.2. CLASIFICACIÓN**

Según **Egúzquiza (2000)**, la papa forma parte de una familia muy numerosa de especies que se agrupan en categorías según su grado de semejanzas.

Familia	Solanaceae	Muy numerosa y de amplia variación de características.
Genero	Solanum	El grano de polen sale de un poro ubicado en el ápice de la antera
Sección	Petota	Flores regulares no presentan brácteas florales.
Sub Sección	Petatoe	Articulación de pedicelos algo distanciados de la base del cáliz: producen tubérculos
Serie	I, II.....XVIII	Especies que se agrupan por su distribución geográfica y caracteres genéticos morfológicos semejantes

**Especies silvestres:** crecen en forma natural, existe más de 250 especies.

**Especies cultivadas:** son aquellas que tienen uso alimenticio, existe 8 especies cultivadas, cada especie tiene diferentes variedades, en el Perú las variedades cultivadas se clasifican en nativas y modernas.

### 1.3. TAXONOMIA

De acuerdo a **Egúsquiza (2000)**, la clasificación taxonómica de la papa se basa en caracteres florales, lo que ha permitido clasificarlo de la manera siguiente:

- Clase : Dicotiledóneas.
- Subclase : Simpétala.
- Orden : Tubiflora.
- Familia : Solanácea.
- Género : Solanum.
- Sección : Petota.
- Serie : Tuberosa.

- Especie : *Solanum tuberosum*.
- Variedad : Canchan
- Número cromosómico :  $2n = 4X = 48$

#### **1.4. MORFOLOGIA**

**Lira (1994)**, menciona que el estudio de la morfología de la papa tiene especial importancia para la identificación de variedades, igualmente para el productor y el comprador en la identificación de variedades existentes en el mercado.

##### **1.4.1. LA PLANTA**

**Ezeta (1986)**, manifiesta que la planta es un organismo especializado en el almacenamiento de productos de la fotosíntesis (almidón). Por lo tanto, una apropiada producción de tubérculos depende de que la fotosíntesis sea mayor que la respiración.

Inicialmente la planta de papa distribuye los productos de la fotosíntesis hacia el crecimiento y desarrollo de sus tallos, hojas, raíces, estolones, flores y frutos, esta etapa es conocida como Etapa de Crecimiento Vegetativo – Reproductivo.

Cuando estos centros de crecimiento reducen su requerimiento de productos de la fotosíntesis, estos se almacenan dando inicio a la Etapa de Tuberización.

La planta de papa es de naturaleza herbácea y consta de un sistema aéreo y un sistema subterráneo.

#### **1.4.2. EL BROTE**

El brote es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo.

El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en las que se ha almacenado el tubérculo.

Cuando se siembra el tubérculo los brotes aceleran su crecimiento y, al salir a la superficie del suelo, se convierten en tallos. No es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para consumo. Es deseable la presencia de brotes cuando se comercializa para semilla. (Egúsquiza, 2000).

#### **1.4.3. EL TALLO**

La planta de papa es un conjunto de tallos aéreos y subterráneos, el tallo principal se origina del brote del tubérculo semilla, el tallo secundario se origina de una yema subterránea del tallo principal. El tallo estolonífero se origina de un estolón que toma contacto con la luz, la rama se origina de una yema aérea del tallo principal. El tubérculo es el tallo que almacena sustancias. (Egúsquiza, 2000).

#### **1.4.4. LA RAÍZ**

Ezeta (1986), menciona que las raíces formadas a partir de tubérculos desarrollan en los primeros 20 cm. de profundidad y se extienden lateralmente de 30 a 60 cm. Son fibrosas muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y solo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.

**Lira (1994)**, señala que el sistema radicular cumple la función importante de absorción de agua y nutrientes contenidos en el suelo, la planta no tendrá buen desarrollo si no hay buen desarrollo de raíces. Es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua que se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso.

#### **1.4.5. LA HOJA**

Es la estructura que sirve para captar y transformar la energía luminosa en energía alimenticia. La cantidad de folíolos de la hoja determina su disectividad (cantidad de folíolos). La superficie de las hojas es la fuente de energía que utiliza la planta de papa para el crecimiento, desarrollo y almacenamiento. **(Egúsqiza, 2000)**.

#### **1.4.6. LA FLOR**

**Ezeta (1986)**, dice que es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual. Desde el punto de vista agrícola, las características de la flor tienen importancia para la diferenciación y reconocimiento de variedades. Se presentan en grupos que conforman la inflorescencia. Cada flor se presenta al final de las ramificaciones del pedúnculo floral (pedicelos).

El pedicelo está dividido en dos partes por un codo denominado articulación de pedicelos o codo de abscisión. Las características de la flor son constantes pero la floración y la fertilidad del polen y del ovulo pueden ser modificados por el ambiente (Variedad, Suelo. Humedad relativa. Temperatura del ambiente. Intensidad de luz. Duración de la luz).

**Estrada (1995)**, menciona que la papa es una planta autógama, siendo su androesterilidad muy frecuente, a causa de los abortos de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc., luego forman una baya donde se desarrollan las semillas. El pedúnculo floral y la inflorescencia crecen cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y se inicia la primera floración, al mismo tiempo se inicia el crecimiento de una rama o se acelera el crecimiento de un tallo secundario en cuyo extremo crecerá otra inflorescencia que da la apariencia de una segunda floración.

#### **1.4.7. FRUTO Y SEMILLA**

El fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla, conocida como semilla sexual, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Cada semilla tiene la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias.

**(Egúsqiza, 2000).**

**Ezeta (1986)**, señala que la semilla de papa son de dos clases: semilla sexual o botánica y semilla asexual como plántulas in Vitro, brotes, esquejes de tallo, tubérculos. La semilla de papa es una estructura botánica que se encuentra en condición disponible, económica y oportuna para regenerar una nueva planta de papa sana, productiva y con las características de la variedad elegida.

#### **1.4.8. ESTOLÓN**

Es un tallo subterráneo que se origina de la yema del tallo subterráneo. El extremo del estolón tiene la forma de gancho. Es un tallo especializado en el transporte de sustancias producidas en las hojas y que se almacenan en los tubérculos en forma de almidones. El número y longitud de estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta. Los estolones crecen a través de una continua división celular y elongación, los estolones crecen siempre hacia abajo del suelo pero en algunos casos escapan hacia afuera y se convierten en tallos aéreos, **(Egúsquiza, 2000)**.

#### **1.4.9. EL TUBÉRCULO**

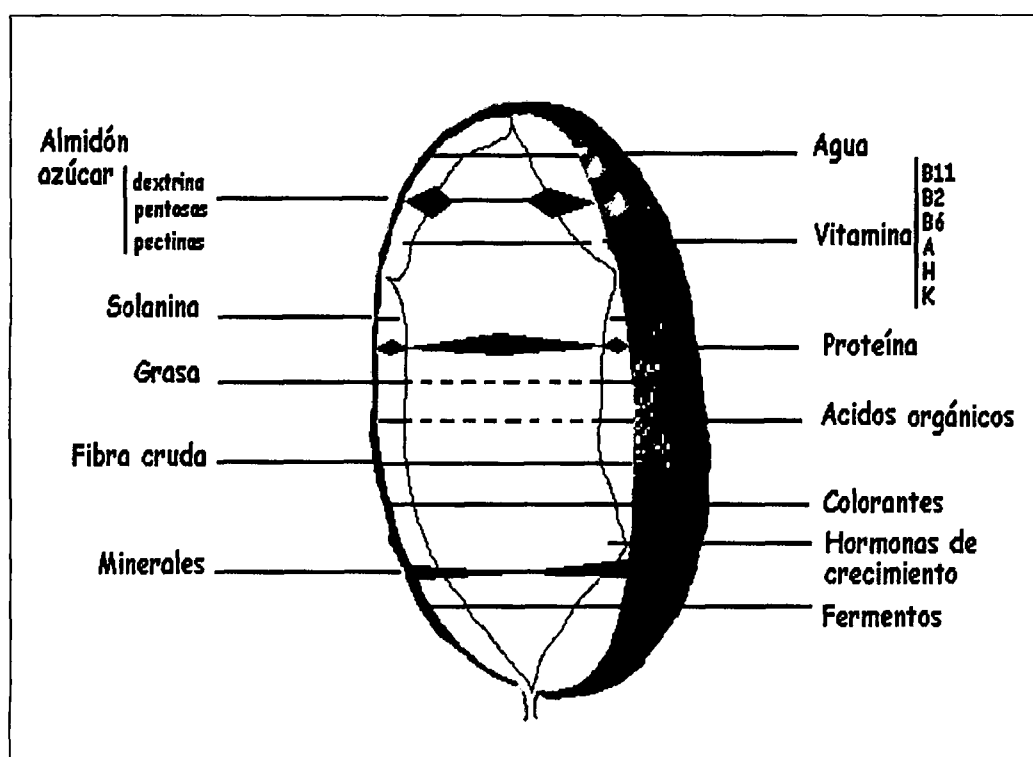
Es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido y orientado hacia los costados. El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón). **(Egúsquiza, 2000)**.

**Lira (1994)**, sostiene que son los órganos comestibles de la papa, están formados por tejido parenquimático donde se acumulan las reservas de almidón, en las axilas de estas se sitúan las yemas de crecimiento llamados ojos dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo. Para que haya tuberización la planta debe haber desarrollado una cantidad de follaje suficiente para producir excedentes de azúcar, la planta debe recibir estímulos de temperaturas bajas, la planta no debe sufrir de limitaciones o déficit de agua, debe haberse reducido el abastecimiento de nitrógeno de lo contrario seguirá el crecimiento aéreo y se retrasa el inicio de tuberización,



los días deben durar de 10 a 12 horas y la luminosidad determinara la cávida del producto, en zonas de días nublados se reduce la cantidad de sólidos totales y se hace aguachenta y donde hay mejor calidad de luz la papa es harinosa.

Principales componentes bromatológicos del tubérculo de la papa (Egúsquiza, 1987).



## 1.5. ETAPAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

### Etapa I: Desarrollo del Brote

La primera etapa comienza con brotes en desarrollo de los ojos y termina en la emergencia de la tierra. Los ojos de una papa son los pequeños puntos negros que aparecen en la piel de la papa. Los tallos de la papa brotan de

los ojos. La pieza de semillas, o tubérculo semilla, es la única fuente de energía para el crecimiento durante esta etapa.

### **Etapa II: Crecimiento Vegetativo**

En esta segunda etapa se forman y se diferencian todas las partes vegetativas de las plantas (hojas, ramas, raíces y estolones). Comienza en la emergencia y se prolonga hasta que los tubérculos inicien a desarrollarse. El crecimiento en las fases I y II van desde los 30 a 70 días aproximadamente, dependiendo de la fecha de siembra, la temperatura del suelo, el clima, y otros factores ambientales.

### **Etapa III: Inicio de Tuberización.**

Durante la tercera etapa de crecimiento, los tubérculos se forman en las puntas de tallos rastreros, pero que todavía no incrementa en masa. Al escarbar una planta de papa se observa que los tubérculos son aun muy pequeños de 1 a 3 cm. de diámetro aproximadamente, pero ya se van diferenciando. Esta etapa dura alrededor de dos semanas.

El número de tubérculos por planta formada se llama el tubérculo conjunto. Inicialmente la planta puede producir 20 a 30 tubérculos pequeños, pero sólo 5 a 15 tubérculos generalmente alcanzan la madurez. La planta va absorber parte de los tubérculos del conjunto original. El número de tubérculos que llega a la madurez va depender de la humedad y los nutrientes disponibles en el suelo. La humedad óptima y los niveles de nutrientes a principios de la temporada de cultivo son fundamentales para el mantenimiento y desarrollo de los tubérculos.

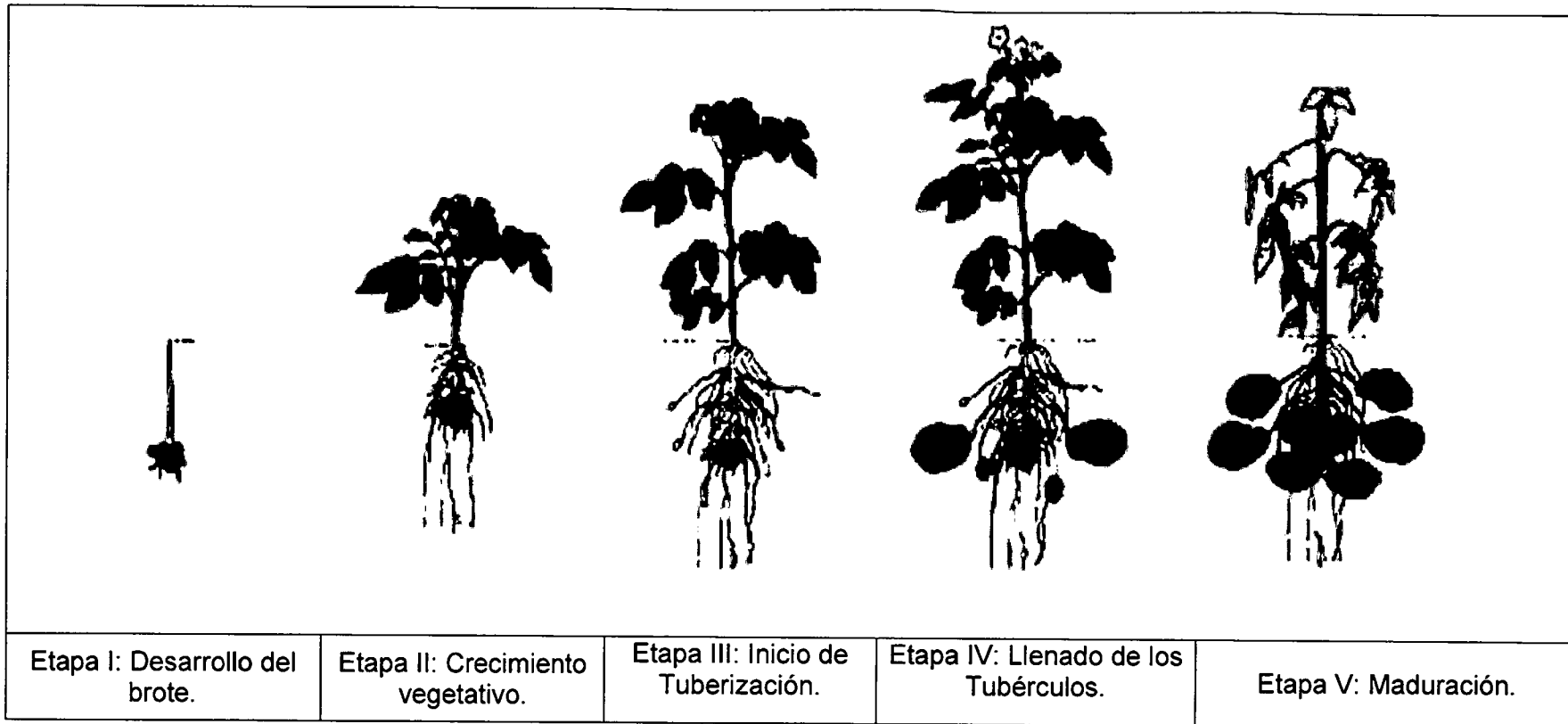
#### **Etapa IV: Llenado de los Tubérculos**

Etapa que consiste en el crecimiento de las células del tubérculo con la acumulación de agua, los nutrientes e hidratos de carbono. El llenado de los tubérculos es la etapa de crecimiento de mayor duración. Dependiendo de la época de siembra, temperatura, condiciones del suelo, y el cultivar de selección, el llenado de los tubérculos puede durar hasta tres meses, pero por lo general dura unos 45-60 días.

#### **Etapa V: Maduración**

Las plantas se vuelven amarillas y se pierden las hojas, la fotosíntesis disminuye gradualmente y la tasa de crecimiento del tubérculo se desacelera (senescencia de la planta). Esta etapa no se puede producir cuando se cultiva una variedad de larga temporada en un área de producción con una corta estación de crecimiento, en estos casos se practica el corte del follaje o la aplicación de un herbicida. Los campos también son sacrificados con el fin de minimizar el trabajo de la maquinaria agrícola al momento de la cosecha.

Algunas otras variedades completan esta etapa llegando a la cosecha con las hojas y tallos totalmente secos y quebradizos, sostiene **Dwelle, (1993)**.



**Esquema 1.1:** Etapas de crecimiento, desarrollo y formación de tubérculos en la variedad Canchán. Canaan 2750 msnm. 2009.

### **1.6. VARIEDAD CANCHAN INIA**

- Produce buena calidad de fritura en el caso de “papa en tiras” o en “papa para pollerías”.
  - Los tubérculos son rojizos, ojos semiprofundos, pulpa blanca cremosa, brotes rojizos.
  - Se adapta en costa y sierra.
  - Planta de porte mediano: flores rojos violáceas escasas y poca fructificación.
  - Periodo vegetativo intermedio (4-5 meses).
  - Tolerante a la ranca.
  - Buena calidad comercial.
  - Rendimiento hasta 30 tn/ha, tubérculos medianos y grandes.
  - Adaptación: sierra central hasta 3500 msnm y costa central.
  - Calidad culinaria buena, 25% de materia seca, apta para frituras.
- (Egúsquiza, 2000).**

El cruzamiento a partir del cual fue seleccionada la plántula número 380389.1 y denominada Canchán-INIAA fue realizado en 1979 en el contexto del proyecto de mejoramiento para el Tizón Tardío del CIP. Canchán-INIAA pertenece a la población A, la cual lleva los genes de resistencia vertical así como alguna resistencia horizontal.

La participación del programa nacional en la evaluación de la plántula comenzó en 1983 y se intensificó en 1986 cuando una mayor disponibilidad de semilla facilitó la participación de los agricultores en la evaluación de

material clonal avanzado. En el departamento de Huánuco, en la Sierra central del Perú.

Por la época en que Canchán-INIAA fue liberada, docenas de agricultores ya sembraban la variedad y ya se había distribuido una considerable cantidad de semilla bajo un sistema informal. Indudablemente la semilla de los agricultores fue usada para liberar la variedad. Los campos sembrados por el programa nacional para la liberación anticipada de la variedad fueron dañados severamente por una helada (**E. Roncal, comunicación personal, 1990**).

Con base en su comportamiento en estos ensayos de campo y en la fuerte demanda por la variedad por parte de los agricultores, Canchán-INIAA fue liberada a nivel nacional en 1990. La precocidad de la variedad, su resistencia al tizón tardío, su potencial de alto rendimiento y el color rojo de la piel fueron resaltados en la descripción de su liberación.

Los ancestros de Canchán-INIAA son diversos. Tres de ellos son las especies o subespecies *Solanum ajanhuiri*, *S. tuberosum* subsp. *andigena* y *S. tuberosum* subsp. *tuberosum*. El cuarto es un cruzamiento entre *S. tuberosum* y *S. demissum*. (**Gastelo et al., 1991**).

#### **Composición promedio de un tubérculo de papa (%)**

Humedad	: 63,0 - 87,0
Carbohidratos	: 11,5 - 28,1
Proteína	: 0,7 - 4,6
Grasa	: Trazas - 1,0
Fibra	: 0,2 - 3,5
Ceniza	: 0,4 - 1,9

## **1.7. CONDICIONES PARA LA SIEMBRA**

### **1.7.1. CONDICIONES DEL CLIMA**

Las condiciones climáticas nos van a permitir decidir sobre el ciclo más conveniente, programar la época de siembra en base al periodo histórico de heladas extremas.

**Moreno (1999)**, señala que la producción y el contenido en materia seca de las papas son resultado de la fotosíntesis y de las pérdidas por respiración. En este proceso también intervienen las condiciones climáticas: insolación, duración del día y temperatura. La insolación y la duración del día determinando el crecimiento y la producción del cultivo; la temperatura influye en la eficacia de la fotosíntesis y por la noche en las pérdidas por respiración. Los días largos y temperaturas muy altas pueden estimular el crecimiento vegetativo de forma que puede originar un incremento del contenido de azúcares reductores. A nivel experimental, se ha demostrado que con 10-14-18 horas de duración, el color de las papas fritas se van oscureciendo progresivamente, lo que demuestra que el aumento de azúcares reductores se corresponde con un aumento de la duración del día. Por tanto, según la climatología de la zona, es esencial saber escoger la variedad apropiada, teniendo en cuenta a que destino vamos a dedicar esa cosecha.

#### **a) TEMPERATURA**

**Ezeta (1986)**, señala que los factores que influyen en la tuberización son temperatura, fotoperiodo y agua. El cultivo de papa responde a temperaturas de 16 a 20 °C, altitud desde 0 msnm hasta los 4 000 msnm,

precipitaciones de 500 mm. y fotoperiodos de 15 a 16 horas con un promedio de 12 horas. Debe ser frío, en la zona en la que se desea sembrar papa debe existir por lo menos dos meses en los que las temperaturas promedio diarias deben ser menores de 25 °C.

#### **b) LUZ**

Este tubérculo no requiere de luz para brotar, sin embargo, cuando la planta ha emergido necesita bastante luz para su desarrollo.

#### **c) FOTOPERIODO**

Es bien marcado en el crecimiento de los estolones, floración y tuberización. Las especies y variedades de papa crecen más en los días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan.

La cantidad de flores es abundante cuando los días son más largos. El inicio de tuberización ocurre más temprano bajo condiciones de días cortos, es más violenta y alcanza tempranamente su madurez. (Ezeta, 1986).

#### **d) SANIDAD**

Las condiciones climáticas favorecen la presencia de determinadas plagas y enfermedades, la siembra se realiza en épocas de ausencia de lluvias para evitar daños de "rancho".

#### **e) AGUA**

Las características climáticas de una zona de producción determinan la temporada de lluvias o la temporada donde existe reserva de agua para el



cultivo no se debe sembrar en zonas donde exista escasez de agua. La excesiva humedad en el periodo de desarrollo de los tubérculos ocasiona pudrición y rajaduras produciendo baja calidad del producto.

### **1.7.2. CONDICIONES DEL SUELO**

**Berlijn (1990)**, manifiesta las labores esenciales en la preparación del suelo en la siembra de papa son: Aradura, cruzada, mullimiento y surcadura; y que la preparación del suelo debe:

- Asegurar buenas relaciones con el agua.
- Asegurar buen crecimiento de las raíces.
- Reducir la presencia de malas hierbas.
- Aunque la papa puede cultivarse, prácticamente, en toda clase de suelos, no deja de tener sus preferencias determinadas fundamentalmente por su ciclo varietal.

Según **Guerrero (1990)**, las variedades extra-tempranas y tempranas, requieren suelos sueltos, con buena capacidad de filtración y calentamiento, lo que permite un rápido y perfecto desarrollo de los tubérculos, así como un crecimiento regular y uniforme. Por el contrario, las variedades de ciclo medio y largo, prefieren suelos medios y/o semifuertes, con mayor capacidad de retención de agua y con un mejor nivel de fertilidad, lo que permite: ahorro de agua, ahorro de fertilizantes, especialmente nitrógeno, rendimiento y calidad óptimos, buen almacenaje.

### **1.7.3. CONDICIONES DE LA SEMILLA**

El tamaño tiene importancia económica, los recomendables oscilan entre los 40 a 60 gr. las semillas grandes se recomienda para zonas donde se tiene problemas de sequía o presencia de heladas. Debe estar en la edad de brotación múltiple (por lo menos dos brotes). No se debe sembrar la semilla que está ciega, vieja y desbrotada. **(Egúsquiza, 2000)**.

### **1.8. ABONAMIENTO**

**Ibáñez y Aguirre (1983)**, señalan que se tiene que aplicar buena cantidad de materia orgánica como la gallinaza (estiércol de gallina) para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El abonamiento nitrogenado debe estar equilibrado con el abonamiento fosfórico y potásico. No es deseable la sobredosis de nitrógeno.

Según **Villagarcía (1986)**, las necesidades de nutrientes minerales de la planta para producir una tonelada de tubérculo fresco (cosecha económica) que necesita extraer del suelo es:

4 a 6 kg. de N

0.7 a 1.1 kg. de P (1.6 a 2.5 kg. de  $P_2O_5$ )

6 a 7.5 kg. de K (7.2 a 9 kg. de  $K_2O$ )

0.6 a 0.8 kg. de Mg.

0.6 a 0.8 kg. de Ca.

0.6 a 0.8 de S

La variación de la cantidad extraída de nutrientes minerales por la papa depende de la riqueza natural del substrato, de la fertilización aplicada, del pH del suelo, etc.

### **1.8.1. ROL DE LAS FUENTES DE FERTILIZACION**

**Guerrero (1990)**, manifiesta lo siguiente:

#### **Nitrógeno:**

El cultivo de papa requiere nitrógeno para el desarrollo inicial de tallos y hojas. La falta de nitrógeno, reduce la absorción del fósforo y produce un desarrollo deficiente, tamaño reducido y hojas cloróticas.

El nitrógeno es deficiente en suelos arenosos que se expresa por el contenido bajo de materia orgánica.

La deficiencia se identifica por un crecimiento deficiente, con color verde amarillento uniforme, muerte de hojas inferiores, maduración temprana, frutos y semillas pequeñas.

#### **Fósforo:**

Los fosfatos se pueden aplicar al momento de la siembra, por que las plantas jóvenes responden bien, la disponibilidad de la planta es mejor en suelos con pH entre 6.5 y 7.5.

La asimilación más intensa se da en el periodo de crecimiento, mientras que la deficiencia muestra un desarrollo pobre de raíces, con un crecimiento lento de la planta, las hojas y tallos muestran un color verde muy oscuro o púrpura.

#### **Potasio:**

El rol de este elemento es regular las presiones osmóticas, es retenido en casi todos los suelos con excepción de los suelos arenosos, se puede aplicar antes o durante la siembra. La deficiencia

muestra síntomas resaltantes, como el achaparrado de las hojas, entrenudos cortos, hojas de color oscuro, pequeñas manchas blancas, raíz de desarrollo pobre.

**Magnesio:**

La necesidad de este elemento es mínima toma parte en la molécula de clorofila y enzimas, los suelos deficientes de este son generalmente ácidos.

**Calcio:**

Elemento que influye en la descomposición de la materia orgánica, provocando la transformación de elementos nutritivos de la forma orgánica a la mineral.

### **1.9. LABORES CULTURALES**

**OIA (2004)**, señala que este cultivo tiene requerimiento de 150 a 300 litros de agua para formar 01 kg de materia seca, el agua es fundamental para procesos fisiológicos como, fotosíntesis, respiración, transporte de minerales, turgencia de células, transpiración y regulación de la temperatura.

- Se debe realizar una labranza profunda y mullida para favorecer una buena aireación en el sistema subterráneo.
- Evitar la competencia que causan las altas densidades de malezas.

- Se debe cultivar oportunamente en suelos francos para evitar la compactación de la capa superficial y el consiguiente menor intercambio gaseoso del sistema subterráneo con la atmósfera.
- Efectuar aporques altos para reducir la incidencia de plagas y la frecuencia de tubérculos verdeados. (INIA, 1995).
- Cuando dispone de sistemas de riego, aplicar el agua con menor frecuencia y menor volumen. Evitar los periodos con menor disponibilidad de agua en el suelo.
- En las zonas bajo secano evitar el anegamiento que puede provocar la excesiva precipitación pluvial. (OIA, 2004).

#### **1.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

FAO (1995), sostiene que el manejo de plagas y enfermedades debe ser tecnificado y orientado especialmente a la reducción de daños que causan las plagas y enfermedades en la pulpa o interior de los tubérculos. Es decir, debe prevenirse y controlar principalmente las siguientes plagas y enfermedades:

##### **1.10.1. PLAGAS:**

###### **Pulguilla de la papa (*Epitrix spp.*)**

Son insectos pequeños con cuerpo negro o marrón oscuro brillante, sus patas traseras son grades y robustas lo que les permite dar saltos a manera de la pulga domestica. Los adultos se alimentan de las hojas y las larvas de las partes subterráneas de la planta, el daño de los adultos afecta la actividad fotosintética y el daño de las larvas

afecta el crecimiento y vigor, durante la tuberización las larvas minan la corteza de los tubérculos lo que desmerece su calidad comercial. Para reducir el daño se recomienda la rotación de cultivos, eliminación de focos de infestación, remoción del suelo y realizar riegos pesados. (Arbaiza, 2002).

### **Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes ssp.*)**

Los adultos son muy buenos caminantes recorren grandes distancias hasta identificar campos de papa en los que se alimentan de las hojas produciendo comeduras en forma de media luna. Los adultos son activos durante la noche, en el día se refugian debajo de terrones, rastros cerca al cuello de las plantas.

Las hembras depositan un total de 600 a 1000 huevos en rastros vegetales cerca al cuello de la planta desde allí las larvas penetran al suelo para alimentarse de los tubérculos produciendo el daño de mayor importancia económica. (Cisneros, 1995).

### **Polilla de la papa (*P. Operculella*, *S. tangolias*, *S. absoluta*)**

En el Perú se encuentra tres especies que se diferencian por la pigmentación de las alas, distribución y modo principal de daño. Los adultos de las polillas son mariposas de color gris con hábitos nocturnos. Las hembras depositan sus huevos en las hojas, en el cuello de la planta o en los brotes del tubérculo.

Las larvas son las responsables de causar daño a las plantas o los tubérculos. (Cisneros, 1995).

### **Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)**

Es la plaga más importante en el cultivo de papa en la costa del Perú, los adultos son moscas pequeñas que muestran una mancha amarilla en el tórax, son muy activos durante las horas de mayor calor del día, se alimentan realizando picaduras en la hoja y succionando los jugos celulares. (Arbaiza, 1995).

## **1.10.2. ENFERMEDADES:**

### **Tizón Tardío o Rancho (*Phytophthora infestans*)**

Es la enfermedad fungosa más seria y que causa más daño al cultivo de la papa, afecta a hojas, tallos y tubérculos y puede devastar un campo de papa en pocos días y se desarrolla más velozmente en temperaturas moderadas y alto grado de humedad.

Los síntomas tienen parecido a los daños causados por la helada, en las hojas aparecen manchas de color verde claro y oscuro que se convierte en lesiones se expanden a los tallos que se debilitan y mueren.

En los tubérculos se presenta como una decoloración superficial e irregular, las lesiones necróticas y secas de color marrón se extienden hacia el interior del tubérculo. (Ames, 1980).

### **Marchitez Bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)**

La marchitez generalmente comienza unilateralmente, afectando solo foliolos de lado de la hoja, solo algunos de los tallos.

En ambientes más calurosos que favorecen el desarrollo de las bacterias las plantas jóvenes se colapsan, mientras que en un clima frío la marchitez es más lenta y causa apachurramiento. Un síntoma que se acompaña a la marchitez es un ligero amarillamiento del follaje. (Ames, 1980).

#### **Rizoctoniasis (*Rhizoctoni solani*)**

Es favorecido por las bajas temperaturas y alta humedad del suelo, se propaga por residuos de cosecha afectados como de los esclerotes que se diseminan fácilmente con los tubérculos.

Problema que se puede evitar con una adecuada rotación del cultivo, los síntomas son variados al ataque temprano las plantas no llegan a emerger, en plantas más desarrolladas se presentan lesiones en las raíces y estolones. (Ames, 1980).

#### **Pudrición Blanda o Pierna Negra (*Erwinia carotovora*)**

Cualquiera de las especies de *Erwinia* produce los mismos síntomas de acuerdo a la edad de la planta y al estado de humedad del suelo.

La pudrición blanda se caracteriza por la maceración del tejido, acompañado de un olor fétido por la acción secundaria de otros organismos. (Ames, 1980).

#### **Los virus que afectan a la papa.**

Son los responsables de la degeneración de las variedades, los virus son organismos caracterizados por su transmisión sistémica, esto



significa que circulan por la planta y se diseminan en el interior del tubérculo semilla.

Ocurre por propagación vegetativa tradicional a través de tubérculos.

Los virus no se controlan con productos químicos, no producen síntomas característicos ni visibles, por esta razón las enfermedades virósicas han adquirido gran importancia. **(Egúsquiza, 2000).**

### **1.11. COSECHA Y POSTCOSECHA**

Al observarse que el follaje se torna de un color amarillo es síntoma que el cultivo se encuentra en su madurez comercial, por lo tanto conviene hacer un muestreo de tubérculos.

**INIA (1996)**, menciona que el terreno debe estar con humedad adecuada antes de la cosecha. La cosecha debe realizarse en el momento de madurez fisiológica: Cuando el follaje este seco y los tubérculos no se pelen al ser frotados o friccionados con los dedos.

Los tubérculos inmaduros “pelones” contienen menor materia seca que los cosechados en su madurez natural. Se tiene que evitar o reducir el daño mecánico que ocasionan las herramientas y el manipuleo durante la cosecha, selección y transporte. La selección debe realizarse dentro del almacén con adecuada luminosidad y ventilación en el tiempo más corto posible para evitar el “verdeamiento”. Luego de la cosecha se separan los tubérculos dañados y enfermos, luego se selecciona por categorías: primera, segunda, tercera, cuarta. Esto va a influir decisivamente en la calidad total de la papa y en su posterior conservación. La papa ha de cosecharse completamente madura, con ello conseguiremos: perfecto

endurecimiento de la piel, fácil manipulación, mayor uniformidad de sólidos en los tubérculos, mayor uniformidad en contenidos de azúcares reductores, uniformidad en el color de fritura, papas fritas con textura uniforme, etc.

#### **1.12. CALIDAD DE LA PAPA PARA USOS INDUSTRIALES**

La popularidad de la papa (*Solanum tuberosum L.*), como alimento básico en la dieta diaria de la población, se ha extendido desde las elevaciones de los Andes de Bolivia, Perú y Ecuador a todos los continentes.

En nuestro país el mayor consumo de papa es en fresco, pero los usos industriales son variados como papas fritas en forma de "chips" u hojuelas, francesas o trozos delgados, pre-frita o enlatada. También se obtienen otros productos como almidón, alcohol y celulosa.

América Latina produce cerca de 8 millones de toneladas de papas anualmente. La producción y el rendimiento varían considerablemente entre países.

El continuo aumento de la producción es una respuesta a la fuerte demanda de la papa para consumo en fresco y procesada. El crecimiento en el producto ha sido facilitado entre otras cosas por la disponibilidad de un buen sistema de manejo de plagas y enfermedades. (CORPOICA, 1998).

Un reporte de CIP/FAO registra que el uso mundial de la papa está trasladando el mercado de papas frescas como alimento para ganado hacia los productos procesados tales como papas fritas (hojuelas), papas pre-fritas (a la francesa) y papas congeladas y deshidratadas. El procesamiento de la papa es el sector de más rápido crecimiento dentro de la economía

mundial de este tubérculo, una tendencia que puede ser vista en países tales como Argentina, China, Colombia y Egipto.

Según la Revista **INIAP (1997)**, señala que los mayores niveles de urbanización reciente han ocasionado cambios en los hábitos de consumo que se reflejan en una mayor demanda de productos procesados o semiprocados. Para el caso de la papa esto ha significado un crecimiento importante del mercado industrial en los últimos años y una previsión para el futuro inmediato que permite esperar que el porcentaje actual de participación de la industria de procesamiento en el mercado de la papa llegue por lo menos a duplicarse en los próximos 10 años.

Dentro de las múltiples posibilidades de la papa, la más interesante es la transformación en hojuelas (chips). La gran diversificación de la industria procesadora obliga a un mejoramiento genético de la papa para asegurar un buen rendimiento y la máxima calidad en papas fritas (hojuelas) y pre-fritas (papa a la francesa).

Los requerimientos de calidad que hay que cumplir son: color aceptable (bajo contenido en azúcares menos del 0.1%), alto contenido en materia seca (más del 20%), excelente textura y sabor del producto final, libre de enfermedades y daños y tamaño entre 40 y 80mm.

El color tiene una relación directa en el contenido en azúcares reductores. En su apariencia externa y evolución, el color debe ser: desde un color blanco amarillento, (aceptable) pasando por un color amarillo-rojo (deseable) hasta un color marrón-negruzco (rechazable), que viene dado por una alta concentración de azúcares reductores (2%) y que hace un producto indeseable en sabor y apariencia.

Una buena apariencia, textura crujiente y sabor agradable son puntos importantes de cara al consumidor y a la venta del producto. Ello se consigue, lógicamente, procesando papas de alta calidad, supervisadas y clasificadas para este tipo de procesamiento.

Los factores que influyen directamente en la calidad final de las papas fritas y pre-fritas son, fundamentalmente, la temperatura en almacenamiento, variedad empleada y madurez fisiológica del tubérculo y, con menor trascendencia, la composición del suelo, la fertilización, el medio ambiente y el riego.

El sector agroindustrial establece requerimientos cualitativos para la producción y comercialización de la papa como los siguientes:

- a) Tamaño y forma de los tubérculos.
- b) Daños y deformaciones.
- c) Contenido de materia seca.
- d) Contenido de azúcares reductores.
- e) Ennegrecimiento enzimático.
- f) Ennegrecimiento no enzimático.

**a) Tamaño y forma de los tubérculos.**

La calidad externa de los tubérculos es sumamente importante para la industria elaboradora. Características de gran interés son la forma, la existencia de enfermedades de la piel, y el grado de daños exteriores. El tamaño, la forma y los ojos superficiales son muy importantes con respecto al aspecto del producto y los desperdicios que se producen durante el pelado, (NIVAP 2005).

De acuerdo a la Revista **INIAP (1997)**, el tamaño adecuado para elaborar papa en hojuela “chips”, debe ser entre 4 a 6cm. de largo. Para papas fritas tipo francesas, se prefieren tubérculos alargados de 6 cm. o más. El tamaño de la papa se determina en cm. y corresponde a la medición del eje intermedio (línea ecuatorial) del tubérculo, el cual se clasifica también por su peso en gramos. La forma del tubérculo es una característica varietal, que influenciado por las condiciones medio ambientales y prácticas culturales, pueden variar considerablemente, sin embargo, en los cultivares son comúnmente en redondos y largos. En condiciones poco propicias de crecimiento, se forman tubérculos deformes exhibiendo defectos tales como: grietas, rajaduras, protuberancias, alargamientos y engrosamientos. Estas deformaciones tienen lugar cuando, después de un periodo de suspensión de crecimiento (falta de agua), la planta y el tubérculo comienzan a crecer vigorosamente. La profundidad de los “ojos” del tubérculo, es una característica variable, pero es importante en el procesamiento agroindustrial y pueden influir en las pérdidas de pulpa por pelado. Comúnmente la profundidad de “ojos” es descrita como “superficial” a “profundos”. Otra de las características que se debe tener en cuenta para la agroindustria es el grosor de la cáscara.

#### **b) Daños y deformaciones.**

La manipulación brusca de las patatas durante la cosecha y el transporte causa magulladuras internas. Las células de los tejidos internos se rompen y se forman manchas pardas en el tubérculo, lo que impide su elaboración.

Los defectos internos como el corazón hueco o negro, también son indeseables.

Uno de los problemas más importantes que se presentan en la industria es el de las manchas negras. Esta decoloración de los tubérculos, que va del azul a un gris negruzco, suele presentarse durante el transporte y la clasificación si las patatas no se manejan y almacenan de la forma adecuada. La consecuencia del daño del tejido es que se producen transformaciones químicas, las que dentro de unos dos días causan una decoloración oscura.

Para evitar las manchas negras es necesario manipular las patatas con el mayor cuidado posible. Además, las patatas deben calentarse a una temperatura de aproximadamente 15°C antes de clasificarlas. Algunas variedades son mucho más susceptibles a las manchas negras que otras.

Prácticamente todas las variedades de patata son más o menos susceptibles a la sarna común. Sin embargo, manteniendo la tierra húmeda, especialmente durante el período de gran susceptibilidad desde la iniciación del tubérculo hasta aproximadamente cuatro semanas después, se puede controlar eficazmente la sarna común, **(NIVAP, 2005)**.

Para detectar daños y defectos internos, se requiere cortar el tubérculo seleccionado al azar para realizar la evaluación. Tubérculos con defectos físicos o enfermedades son descartados para el proceso de industrialización. También pueden descartarse materiales por manipulación en transporte: se debe evitar realizar bruscamente la cosecha y embalaje de la papa, en donde las células se rompen y se forman manchas marrones en el tubérculo. Otro daño indeseable para la agroindustria y que puede

encontrarse es el “corazón hueco” o negro, el cual es un defecto fisiológico que resulta ser una cavidad interna de dimensiones variadas. Puede ser precedido por el apareamiento del centro pardo o necrosis de las células internas. Generalmente este fenómeno se encuentra en tubérculos grandes. También se asocia con el rápido crecimiento, que puede haber sido precedido por un periodo de falta de humedad y nutrientes en el suelo. Las deformaciones de tubérculos que pueden presentarse como formas ligeras de crecimientos secundarios, tubérculos secundarios al final de nuevos estolones o sobre brotes jóvenes de tubérculos primarios primeramente formados son otra forma de crecimiento secundario. Pueden producirse también por efecto de virus, (INIAP, 1997).

### **c) Contenido de materia seca en los tubérculos**

El término contenido de materia seca significa la fracción sólida (en %) que queda después de haber eliminado la fracción líquida (en %) mediante la deshidratación. También se utiliza el término contrario “contenido de humedad”.

Tanto la eficacia de la elaboración como la calidad del producto acabado se benefician de un alto contenido de materia seca. Si el contenido de materia seca es demasiado bajo, las patatas fritas o las patatas chips resultarán demasiado blandas o húmedas. Además, se requerirá más energía, ya que hay que evaporar más agua. Un alto contenido de materia seca resulta en un menor contenido de grasa, por lo que se reducen los costes de procesamiento y además es mejor para la salud del consumidor. Sin embargo, si el contenido de materia seca es demasiado alto, las patatas

fritas serán demasiado duras y secas y las patatas chips demasiado quebradizas. El contenido de materia seca también determina en parte la textura de la patata fresca tanto como de la patata elaborada.

El contenido de materia seca requerido depende del producto final: Para la producción de patatas fritas se prefieren patatas con un contenido de materia seca de un 20 - 24%.

Para la producción de patatas chips, se prefieren patatas con un contenido de materia seca de un 22 - 24%. Para la industria de las escamas de patata se requieren patatas con un contenido de materia seca bastante alto (más del 21%).

El contenido de materia seca en los tubérculos es factor importante para la agroindustria. Existe algunos factores que influyen como: clima, tipo de suelo e incidencia de plagas y enfermedades. Varios estudios han demostrado la elevada correlación entre el contenido de la materia seca y gravedad específica del tubérculo.

Una papa con alto contenido de materia seca resulta con una apariencia más harinosa después de cocida. El rendimiento de las papas que se industrializan para convertirlas en: fécula o harina, puré en polvo, chips u hojuelas o papas fritas francesas, es tanto más elevado cuanto mayor sea el porcentaje de contenido de materia seca. A mayor contenido de materia seca del tubérculo existe un menor consumo de aceite para fritura, lo que reduce costos por requerir de menor cantidad de energía para evaporar el agua. Debe ser alto, como mínimo 20% para conseguir un producto crujiente y con una buena estructura interna. En el caso de un bajo contenido sólido o un sólido mal repartido, se obtendrá un producto blando,



excesivamente húmedo y con una mala textura interna; en este caso sería necesario evaporar un mayor contenido de agua, una mayor absorción de aceite (> 6%) y, al final, conseguiríamos un mal producto y a unos costos exageradamente elevados.

En el análisis de este apartado, puede caerse en el error de pensar que cuanto más elevado sea el sólido mejor será el producto obtenido. Esto no es real, ya que la máxima calidad se obtiene con sólidos entre 20 y 24%, por encima del 24%, las papas fritas son excesivamente secas y duras. **(INIAP, 1997).**

#### **d) Contenido de azúcares reductores en el tubérculo**

El color del producto frito es un criterio importante para las patatas destinadas a la producción de patatas fritas y patatas chips. El color de los productos fritos depende en gran medida del contenido de azúcares reductores de las patatas. Cuanto mayor el contenido de azúcares reductores, más oscuro será el producto frito. El color oscuro da un sabor amargo a la fritura, lo que resulta inaceptable en la producción de patatas fritas o chips. Las exigencias en cuanto al contenido de azúcares reductores dependen del producto final:

De todas las industrias de elaboración, las patatas chips imponen las exigencias más altas en lo relativo al contenido de azúcares reductores; éste no debe exceder del 0.2 -0.3% del peso en fresco.

Para la producción de patatas fritas la norma es menos de un 0.5% del peso en fresco.

Para las escamas y los copos que se utilizan en la producción de aperitivos de patata, el contenido de azúcares reductores no debe exceder del 0.3% del peso en fresco.

Otro aspecto importante es la distribución del color. La desigualdad de la distribución del color produce patatas fritas con un color marrón en uno de los extremos. Las causas de este fenómeno radican en la senescencia después de un almacenamiento largo y en el crecimiento secundario. Algunas variedades son propensas a los así llamados 'extremos azucarados' como consecuencia de la senescencia después de un almacenamiento largo. En casos extremos de crecimiento secundario se extrae almidón del tubérculo principal. La extracción comienza en el extremo del estolón de las patatas y puede dar lugar a vidriosidad. Se habla de vidriosidad cuando el tejido de un tubérculo rebrotado, o la parte superior de un tubérculo alargado, tiene un aspecto acuoso translúcido cuando se corta. Incluso puede tener una textura esponjosa.

Los tubérculos vidriosos pueden ser separados sumergiendo las patatas en una solución salada con un peso específico de 1,060 (153 g de NaCl/ltr de agua). Las patatas vidriosas flotarán y fácilmente podrán separarse. **(NIVAP, 2005).**

El contenido de azúcares reductores en el tubérculo al momento de la cosecha dependerá de la madurez del cultivo al momento de la destrucción del follaje. Para obtener una instantánea indicación del contenido se puede usar tintas de glucosa (glucocintas). El método en laboratorio usa el ácido pícrico que reacciona con los azúcares reductores, formando un picramato de color intenso que es leído en un colorímetro de 510 nm. Claro está que

la mejor información es al momento de freír las papas a 180° C. después se compara el color del producto frito con los estándares de color de papas fritas chips. Al existir mayor contenido de azúcares reductores, más oscuro será el color de la fritura, esta coloración, mas el sabor amargo resultan inaceptables en la industrialización y comercialización.

Bajos niveles de azúcares reductores (AR) constituye un criterio de calidad importante para la mayoría de productos procesados. Los AR son responsables del oscurecimiento y consiguiente sabor amargo de las papas fritas, no solo con papas recién cosechadas, sino también durante y después de almacenamiento, determinando la calidad comercial y aceptación de producto. Almacenamiento a temperaturas menores de 8° C, conduce a elevados contenidos de azúcares reductores.

Las variedades deben poseer vigor y precocidad apropiados para la zona de producción, y resistencia a las enfermedades y plagas más importantes. Esto permite reducir los costos de producción y los riesgos a la salud y al ambiente, así como el precio de la papa como materia prima para el procesamiento. Para la elaboración de papas fritas, el contenido en azúcares reductores debe ser 0,5% del peso en fresco. Contenidos superiores dan colores oscuros y/o muy oscuros en la fritura y además, transfieren un sabor amargo, debido a la formación de compuestos cetónicos y aldehídicos, según reacción de Maillard. (INIAP, 1997)

#### **e) Ennegrecimiento enzimático del tubérculo**

La decoloración de la pulpa del tubérculo es un importante problema de cultivadores y procesadores, que puede incrementar costos a través de

pérdidas, más labores se requieren para clasificar y tomar medidas preventivas durante el procesamiento. Este problema se presenta al pelar y cortar el tubérculo, el cual sufre un cambio a color necrosado de la pulpa. Para solucionar este problema se emplean varios medios químicos que afectan la actividad de las polifenoloxidas por alteración de pH, también se adicionan agentes limpiadores, reductores o más comúnmente usando bisulfitos. (INIAP, 1997).

El ennegrecimiento enzimático ocurre cuando las células se dañan y las enzimas y el substrato se mezclan, por lo que inician toda clase de reacciones. También hay reacciones que causan decoloraciones pardas y grises, debido a la formación de todo tipo de enzimas que afectan el color del tejido. (NIVAP, 2005).

#### **f) Ennegrecimiento no enzimático:**

A veces se produce un color grisáceo durante el proceso de crecimiento de la patata. Esto ocurre cuando se oxida un compuesto de hierro y ácido clorogénico debido al oxígeno en el aire. Una vez fritas las patatas fritas, esta decoloración se nota apenas o no lo hace. Sin embargo, esta característica, estrechamente relacionada con la variedad de patata, se considera como un serio defecto de calidad. (NIVAP, 2005).

#### **Otros:**

##### **Textura**

La textura es muy importante al definir la calidad del tubérculo, ya que existe una fuerte relación entre el contenido de materia seca del tubérculo crudo y

la textura del tubérculo una vez cocido. El contenido de la materia seca (MS) es medido a través de la gravedad específica (GE) del tubérculo y del porcentaje de almidón (PA) en el tubérculo.

La gravedad específica ha sido y es muy usada para tener una indicación del contenido de almidón de la papa. Una vez que la mayor parte de la materia seca del tubérculo es almidón, el porcentaje de materia seca determinado por la gravedad específica, es una medida bastante razonable y aceptable de la calidad culinaria de estos tubérculos.

Existen ecuaciones matemáticas y tablas de conversión que relacionan con bastante claridad el porcentaje de almidón y materia seca con la gravedad específica. Generalmente, la gravedad específica en los tubérculos presenta valores en torno a 1,040 - 1,095 o 1,120; mientras que el contenido de materia seca puede estar entre 15 a 25%, que son valores muy variables y fuertemente influenciados por las condiciones ambientales y la carga genética de la variedad, como ya se comentó.

Para determinar la gravedad específica existen tres métodos:

Hidrómetro de papa: es un instrumento donde se hace una lectura directa en las muestras de papa.

Peso en el aire y en el agua: este método es el más exacto y consiste en pesar muestras de papas sumergidas en el agua y al aire. Luego de aplicar una fórmula se llega al valor deseado.

Flotación en solución salina: consiste en dejar flotar los tubérculos en envases con soluciones de sal (NaCl) a diferentes concentraciones; según el tubérculo flote a determinada concentración de sal, tendrá determinada gravedad específica.

Los tubérculos se van pasando en los envases de menor a mayor concentración hasta que floten. (FONAIAP, 2007).

### **Color**

La pulpa o carne del tubérculo de la papa es blanca o amarillenta en nuestras variedades, aunque no existe una estricta exigencia por parte del consumidor por este parámetro. La intensidad de la coloración amarilla es una característica varietal y está altamente relacionada con el contenido de carotenos, precursores de la vitamina A. Las decoloraciones en los tubérculos son resultantes de ciertas condiciones fisiológicas y posteriores reacciones químicas. La decoloración enzimática es el resultado, como lo indica el nombre, de las oxidaciones enzimáticas en las células cuando éstas son expuestas al oxígeno o al aire. El oscurecimiento después de la cocción es uno de los más indeseables factores en los tubérculos que tienen la tendencia a tornarse de color oscuro o gris. Se nota mucho en las papas usadas para freír o en las que se deshidratan. (FONAIAP, 2007).

### **Sabor**

Esta característica se refiere a la evaluación del paladar. Las papas pueden presentarse insípidas o gustosas. Este parámetro se debe principalmente a la cantidad de compuestos volátiles de relativo bajo punto de ebullición presente en los tubérculos.

Esta investigación, además de definir la mejor manera para evaluar la calidad de nuestras papas, nos permitirá conocer y elaborar tablas bien definidas de nuestras variedades locales en lo que respecta a la gravedad

específica, el porcentaje de almidón y materia seca en tubérculos, de manera que para un futuro no muy lejano se cuente con información valedera y necesaria para la producción de papa para la industria a partir de nuestros materiales locales o partiendo de variedades foráneas, pero producidas bajo nuestras condiciones. **(FONAIAP, 2007).**

### **Salubridad**

En este apartado es importante considerar el contenido de residuos procedentes de la aplicación de determinados insecticidas y, excesivos abonados nitrogenados.

### **1.13. MADUREZ**

El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual es requerido por el mercado. Cabe señalar que la madurez comercial puede coincidir o no con la madurez fisiológica.

La época de la cosecha es la madurez comercial de los tubérculos, cuando el follaje está amarillento y secándose, y cuando la cáscara de la papa no se pela fácilmente al friccionar con el dedo pulgar. **(FAO, 2003).**

#### **1.13.1. DEFOLIACIÓN**

Una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica se procede a la defoliación, esta práctica consiste en eliminar el follaje existente ya sea de

manera mecánica (arrancado o utilizando un machete corto) o por medio de herbicidas quemantes. Con el uso de herbicidas quemantes, lo importante es que no haya traslocación del químico a los tubérculos. Esto pasa cuando las condiciones están secas y calurosas y cuando el quemante mata el follaje rápido. Si esto pasa, el tubérculo puede ser decolorado cerca del pedúnculo. Para evitar problemas, asegúrese que utiliza una dosis baja y que el suelo no está seco antes de la aplicación. Otro método de bajar las cantidades de herbicida es combinar un método mecánico con el uso de herbicida.

El objetivo principal de la defoliación es que la piel logre una buena consistencia para que al momento de la cosecha no se desprenda del tubérculo, comúnmente se llama que no se “pele”. Este proceso es conocido como “suberización”. La planta debe permanecer defoliada por espacio de 15 a 21 días aproximadamente, esto dependerá de la variedad, ya que hay unas que fijan la piel más rápido que otras. También, depende del clima, donde un clima seco fija más rápido que el húmedo. Hay autores que afirman que en este periodo los tubérculos aumentan de peso hasta un 10% debido a la translocación final de los nutrientes al tubérculo. **(MCA Honduras/EDA, 2008)**

#### **1.14. RECOMENDACIONES PARA LA COSECHA**

Si fuera posible elegir un momento del día se recomienda hacerlo durante las horas frescas de la mañana, ya que los productos se encuentran más turgentes y se necesita menos energía para refrigerarlos. Esto no siempre es factible debido al tamaño del lote o volumen a ser cosechado.



La madurez con que un fruto ha de ser cosechado es función de la distancia al mercado. Si están destinados a mercados distantes, se deben cosechar más inmaduros, pero siempre que hayan alcanzado la madurez fisiológica. En cambio para los cercanos, se deben cosechar con un grado de madurez más avanzado.

Condiciones de temperatura y humedad relativa para un óptimo curado  
(Adaptado de Kasmire, 1985).

Cultivar	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Papa	15-20	85-90
Batata	30-32	85-90
Ñame	32-40	90-100
Yuca	30-40	90-96
Cebolla y Ajo	33-46	60-78

- Mantener el producto a la sombra hasta su traslado.
- Evitar ocasionar heridas al producto, las tijeras o elementos de cosecha deben tener la punta roma pero estar bien afilados para evitar desgarros.
- Los recipientes de cosecha no deberían tener bordes filosos ni superficies ásperas. Es conveniente que estén acolchados.
- No sobrellenar los recipientes de traslado, transportarlos cuidadosamente.
- Minimizar la altura de caída en el traspaso de recipientes.
- Entrenar al personal para reconocer el estado de madurez adecuado de cosecha y para manejar el producto con suavidad.

### **1.15. EL CURADO, INFLUENCIA DEL CORTE DE FOLLAJE EN LA CALIDAD DE LOS TUBERCULOS.**

El curado es una operación complementaria de la cosecha pero de vital importancia para la calidad en determinadas especies. Es un proceso que involucra fundamentalmente una rápida pérdida superficial de humedad con el desarrollo de estructuras que impiden una ulterior desecación, constituyendo una eficaz barrera para la colonización por parte de los patógenos. El secado de las catáfilas externas protectoras para impedir el desarrollo de color y el cerrado del cuello son los procesos que tienen lugar en bulbos como ajo y cebolla. En raíces como batata, ñame y yuca y tubérculos como la papa, el curado se caracteriza por el endurecimiento de la cáscara y el desarrollo de un periderma de cicatrización en las zonas no cubiertas, lo que evita las peladuras durante el manipuleo. En zapallo y otras cucurbitáceas que se cosechan maduras, es el endurecimiento de la cáscara mientras que en cítricos es el desarrollo natural de una capa de células lignificadas que inhibe el establecimiento y desarrollo de patógenos. El curado es un proceso que se realiza normalmente en el campo. En el caso de ajo y cebolla mediante el desarraigado de las plantas y el acordonado de las mismas para protegerlas del sol o en pilas o bolsas en el campo por una semana o más. En papa, los tubérculos permanecen de 10 a 15 días en el suelo luego de la destrucción del follaje con herbicidas. En batata y otras raíces es muy similar, pero normalmente se hace en galpón o estructuras a la sombra.

En caso de ser necesario, el curado puede ser realizado en forma artificial en las estructuras de almacenamiento que son adaptadas para la circulación

de aire caliente y húmedo. Una vez que se ha completado el curado, en el ambiente interno se establecen las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para el almacenamiento prolongado.

En los países industrializados es común cortar, halar o destruir el follaje de la papa con químicos antes de la cosecha, con el fin de facilitarla y permitir que la piel de los tubérculos se endurezca y adquiera cierta resistencia al transporte. Con relación a la práctica mencionada, conviene tener presente que si se va a cosechar el cultivo mecánicamente, el follaje debe destruirse 10 a 20 días antes.

El corte del follaje es también una práctica rutinaria en los programas de certificación de semilla, para evitar poblaciones de insectos vectores de virus (áfidos), o la incidencia en los tubérculos de la gota de la papa, enfermedad ocasionada por el patógeno *Phytophthora infestans* Montde Barv. Esta práctica se ha estudiado muy bien en los países industrializados, en los cuales se emplea maquinaria agrícola en las labores del cultivo. En Colombia no es usual, porque las cosechas se realizan después que el follaje ha muerto en forma natural, permaneciendo muchas veces el cultivo varios meses sin ser levantado.

Hay que señalar que los principales azúcares que contiene la papa son sacarosa, glucosa y fructuosa, el primero de los cuales no es reductor. Y por lo tanto, no afecta la calidad de los productos Industriales obtenidos de la papa, la cual si deterioran los azúcares reductores (**Hernández, 1992, Shawy Booth, S. F.**). Los niveles de azúcar y almidón se alteran en la medida del crecimiento de los tubérculos: el nivel de sacarosa en papas Jóvenes es más alto que el de azúcares reductores y por lo general varía

con el cultivar. Se ha observado que la temperatura del suelo incide en el balance de azúcares: temperaturas inferiores a 8 ° C Incrementan el nivel de azúcares reductores y las que superan los 30° C aumentan el contenido total de azúcares. Otra característica importante que debe considerarse es el contenido de materia seca o porcentaje de sólidos, debido a que éste influye en forma directa en el tiempo del fritado (**Hernández. 1992**).

Las empresas que procesan la papa de manera Industrial en el país no disponen de Información acerca del efecto del corte mecánico del follaje o de la destrucción del mismo mediante productos químicos, ni de la época de la cosecha sobre la calidad del tubérculo en este procesamiento.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN**

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro Experimental Canaán-UNSCH a 2.0 km., al este de la Ciudad de Ayacucho, entre las paralelas 13° 19' de Latitud Sur. 74° 12' de Longitud Oeste, a una altitud de 2 750 msnm., en el Departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga y Distrito de Ayacucho.

#### **2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

El Centro Experimental de Canaán, se caracteriza como una Región Intermedia entre Valle interandino y la Región sub andina; de precipitación anual que varía de 500 mm a 800 mm por año; siendo los meses de Mayo hasta Octubre los meses de escasa precipitación y correspondiendo a los de Diciembre a Marzo los más lluviosos. La temperatura promedio anual de

esta zona se encuentra en un valor de 12°C; presentándose valores extremos de -2°C.

En el Cuadro 2.1, indica las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales, fueron de 22.95, 10.20 y 16.57 °C respectivamente, la precipitación promedio total anual para la campaña fue de 216.54 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, cuyo rango óptimo oscila entre 12 y 24 °C de temperatura para climas fríos y templados, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se tuvo exceso de agua en los meses de marzo, mayo y de noviembre del 2009 a febrero del 2010 y los demás meses un déficit. El trabajo experimental, fue instalado en el mes de julio y se condujo bajo riego hasta el mes de noviembre para evitar estrés de la planta.

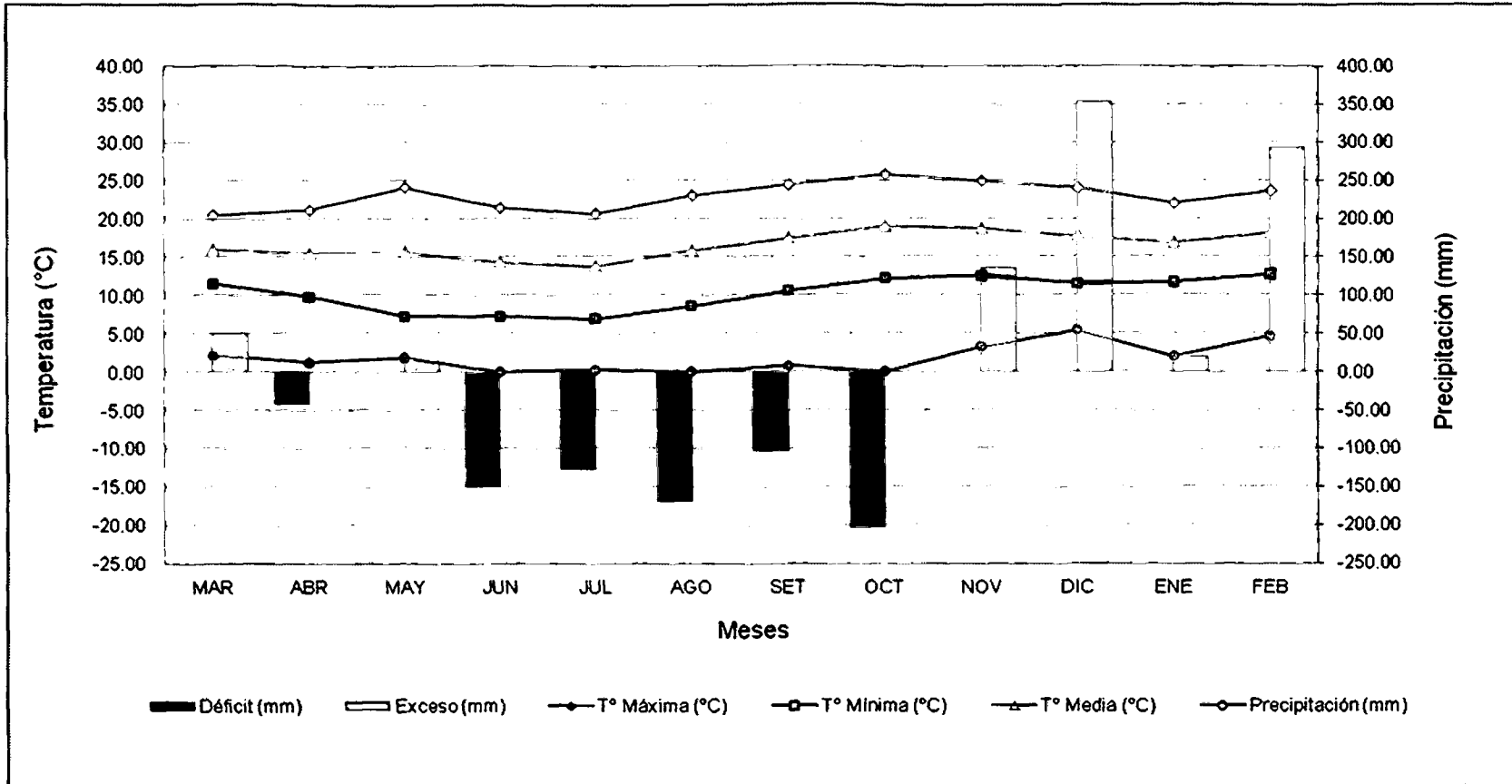
Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por la ONERN (1984), relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), quienes a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todo este conjunto de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán.

**Cuadro 2.1: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009-2010, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho.**

Distrito	: Ayacucho	Altitud	: 2750 msnm
Provincia	: Huamanga	Latitud	: 13° 12' Sur
Dpto.	: Ayacucho	Longitud	: 74° 12' Oeste

AÑO	2009-2010													
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL(anual)	PROM
T° Máxima (°C)	20.50	21.10	24.08	21.40	20.60	23.00	24.40	25.80	24.90	24.00	22.00	23.60		22.95
T° Mínima (°C)	11.50	9.80	7.20	7.20	6.90	8.60	10.60	12.20	12.50	11.50	11.70	12.70		10.20
T° Media (°C)	16.00	15.45	15.64	14.30	13.75	15.80	17.50	19.00	18.70	17.75	16.85	18.15		16.57
Factor	0.28	0.16	0.23	0.00	0.03	0.00	0.09	0.00	0.37	0.62	0.24	0.58		0.22
ETP(mm)	79.36	74.16	77.57	68.64	68.20	78.37	84.00	94.24	89.76	88.04	83.58	81.31	967.23	80.60
Precipitación (mm)	22.10	11.94	18.17	0.00	2.03	0.00	7.87	0.00	33.02	54.35	20.07	46.99	216.54	18.05
ETP Ajust. (mm)	17.20	16.07	16.81	14.87	14.78	16.98	18.20	20.42	19.45	19.08	18.11	17.62		
H del suelo (mm)	4.90	-4.13	1.36	-14.87	-12.75	-16.98	-10.33	-20.42	13.57	35.27	1.96	29.37		
Déficit (mm)	-	-4.13	-	-14.87	-12.75	-16.98	-10.33	-20.42	-	-	-	-		
Exceso (mm)	4.90	-	1.36	-	-	-	-	-	13.57	35.27	1.96	29.37		

Gráfico: 2.1 Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance Hídrico



Fuente: Estación Meteorológica de Pampa del Arco, Ayacucho.



### 2.3. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO

Para el análisis del terreno experimental se tomó muestras de 20cm. de profundidad en diferentes puntos de la superficie del terreno experimental, tratando de obtener una muestra representativa, la que se llevó para su análisis físico – Químico al Laboratorio de Suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.2

**Cuadro 2.2: Características físicas y químicas del suelo. Canaán – UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho, 2009.**

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpretación
pH		7.42	Potenciometría	Básico
M.O	(%)	0.83	Walkley Black	Bajo
N-Total	(%)	0.04	Kjeldahl	Bajo
P-Disp	(ppm)	17.25	Bray-kurtz	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetría	Alto
Arena	(%)	43.6	Hidrómetro	
Limo	(%)	20.9		
Arcilla	(%)	35.5		
Clase Textual			Triangulo textural	Franco – Arcilloso

Fuente: Laboratorio de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" de la UNSCH.

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 7.42, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de papa. (CIP, 1986)

De acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia

orgánica en suelos minerales, es pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto. La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. (Ibáñez y Aguirre, 1983).

## **2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD CANCHAN-INIA**

### **Rango de adaptación**

En un óptimo de 2700 a 3500 msnm

### **Descripción del cultivo**

Flores y frutos	: Muy pocas.
Forma de los tubérculos	: Oval alargada.
Color de los tubérculos	: Rosada.
Numero de tubérculos por planta	: 37 a 50
Altura de planta	: 50 a 100 cm.
Madurez	: Precoz.
Rendimiento promedio Campo	: 25-30 t/ha.

### **Reacción a enfermedades**

Alternaria	: Moderadamente resistente.
Rancha	: Resistente.
Verticiliosis	: Tolerante.
Pudrición rosada	: Susceptible.
Roña	: Resistente.
Pierna negra	: Susceptible.

## 2.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos se describen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.3: Descripción de los tratamientos estudiados.**

Tratamientos	Descripción
T1	Defoliación a los 113 días DDS. (Cosecha a los 120 días)
T2	Defoliación a los 120 días DDS. (Cosecha a los 127 días)
T3	Maduración completa sin defoliación. (Cosecha a los 134 días)

**Criterios:** para T1, cuando se alcanzó la madurez de cosecha. Para T2, por la variedad precoz y el lugar donde se condujo el experimento, factores que no permiten alargar más el periodo de defoliación y. Para T3, al momento de alcanzar la madures fisiológica.

## 2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (D.B.C.R) con tres tratamientos y 08 bloques.

Para medir las variables de precocidad se utilizó el rango para definir el tiempo de un determinado estado fenológico y para las variables de productividad se realizó el análisis de variancia del diseño utilizado. Además se aplicó la técnica de la regresión para relacionar las variables de precocidad, calidad y productividad del cultivo.

### MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = \mu + \mathcal{I}_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**Donde:**

$\gamma_{ij}$  = Observación Cualesquiera.

$\mu$  = Promedio General.

$\mathcal{I}_1$  = Efecto de los Cortes de follaje.

$\beta_j$  = Efecto de Bloques.

$\epsilon_{ij}$  = Error Experimental.

## **2.7. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

### **BLOQUES**

Número de bloques	: 08
Largo de bloques	: 11.8 m
Ancho de bloques	: 3.50 m
Número total de parcelas por experimento	: 24

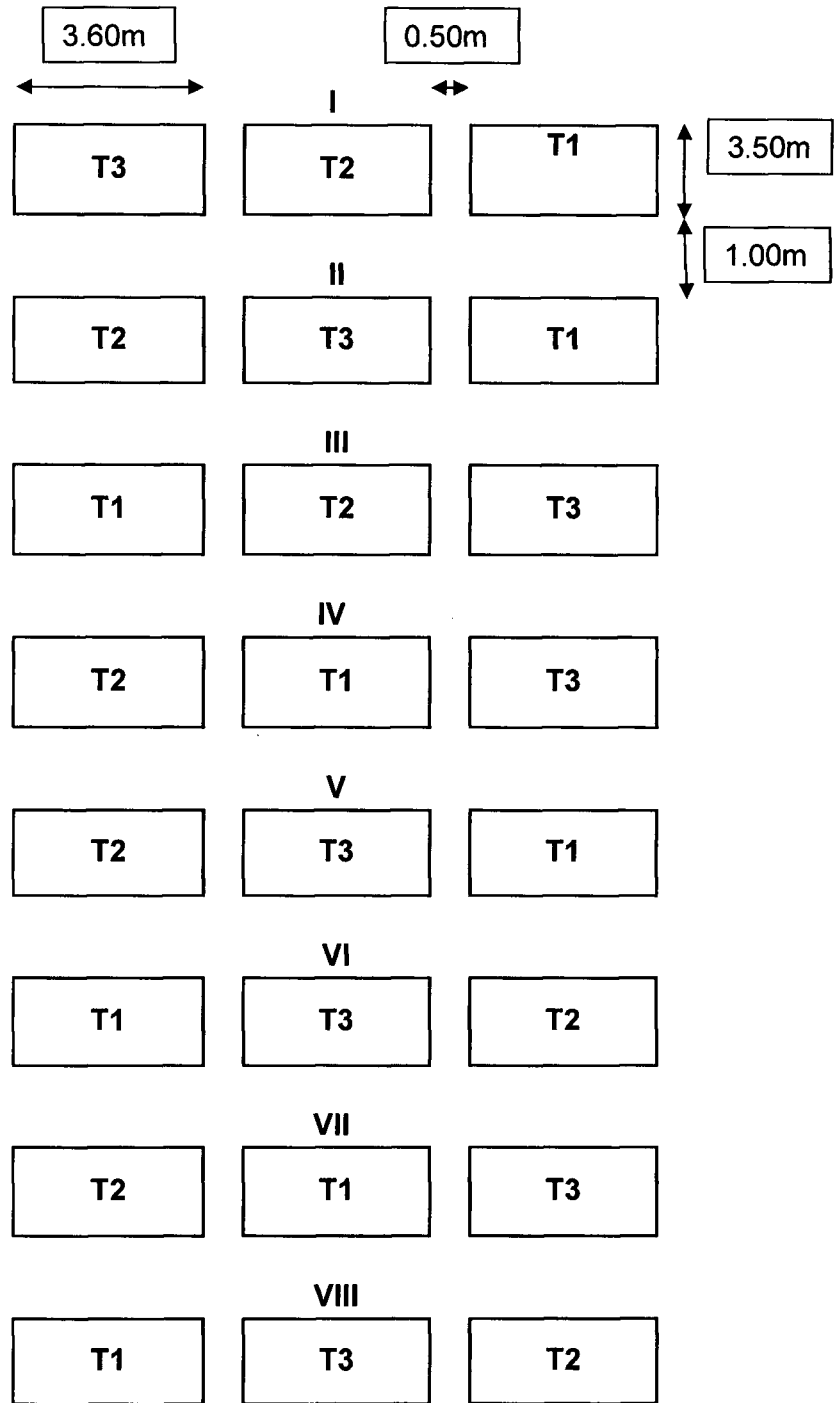
### **UNIDAD EXPERIMENTAL (Parcela)**

Numero de surcos	: 4
Distancia entre surcos	: 0.90 m.
Distancia entre plantas	: 0.30 m.
Largo de parcelas	: 3.6 m
Ancho de parcela	: 3.5 m
Área de parcela	: 12.6 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por repetición	: 03

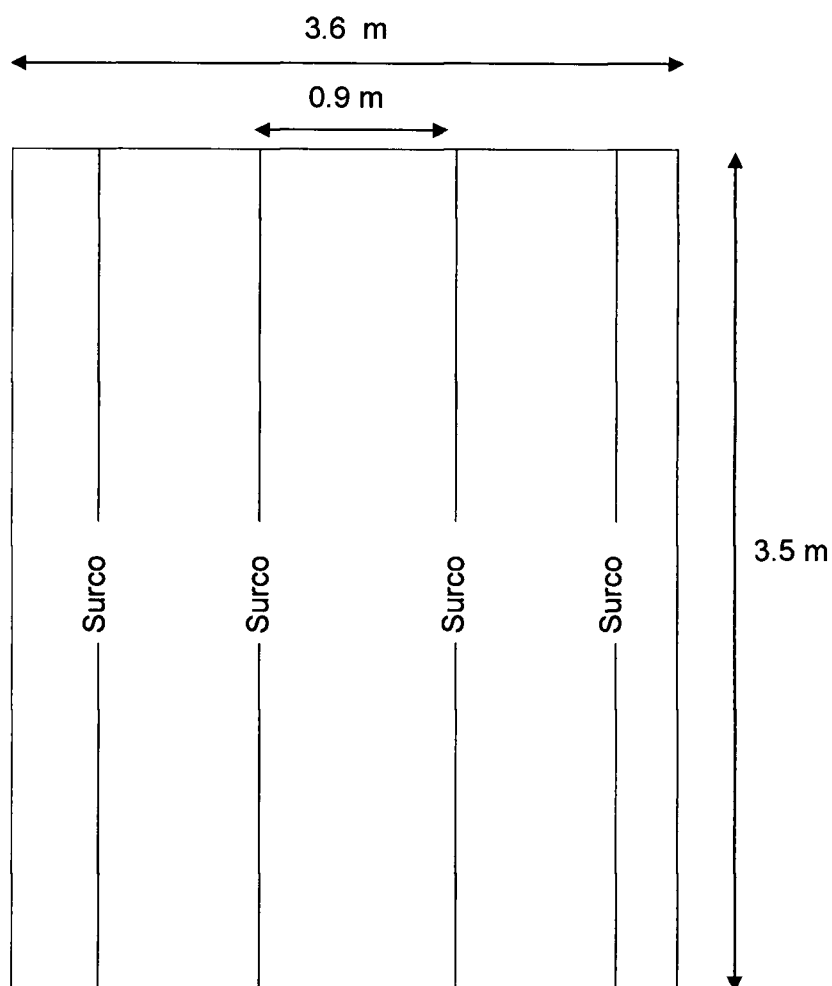
### **CALLES:**

Ancho de las calles verticales	: 0.50 m.
Ancho de las calles horizontales	: 1.00 m.

**2.8. CROQUIS Y RANDOMIZACION DE LOS TRATAMIENTOS.**



## CROQUIS DE LA PARCELA O UNIDAD EXPERIMENTAL



### 2.9. VARIABLES EVALUADAS

#### 2.9.1. PRECOCIDAD

- **Madurez de cosecha:** Se evaluó el número de días al cabo de los cuales se alcanzó más del 50 % de plantas senescentes cuyos tubérculos presentaban la epidermis completamente suberizada, listo para comercializar.
- **Madurez fisiológica:** Se determinó en número de días, cuando más del 50% de los tubérculos alcanzaron el tamaño adecuado

para ser comercializados, pero aún los tubérculos estaban “pelonas”.

## **2.9.2. PRODUCTIVIDAD**

### **a. Producción de tubérculos por categoría comercial**

Después de cosechar todas las plantas en cada unidad experimental, se seleccionaron los tubérculos por categorías, según la escala propuesta para el mercado de Ayacucho, que se señala a continuación.

La escala por categorías:

<b>Extra o súper</b>	: mayor a 263 gr.
<b>Primera</b>	: 138 gr a 263 gr.
<b>Segunda</b>	: 53 gr a 138 gr.
<b>Tercera</b>	: 20 gr a 53 gr
<b>Cuarta o “Muñi”</b>	: menores a 20 gr y tubérculos dañados.

### **b. Producción total de tubérculos**

Luego de la cosecha, se pesó todos los tubérculos cosechados de cada unidad experimental con una balanza, seguidamente se proyectó la producción en tonelada por hectárea.

### **2.9.3. CALIDAD**

#### **a. Contenido de materia seca**

Los tubérculos usados para la determinación de materia seca se pusieron a secar en la estufa a 60 °C por un periodo de 120 horas realizando el pesaje de los mismos cada 24 horas hasta llegar a peso constante. Conociendo el peso fresco y el peso seco se estimó el contenido de materia seca

Las muestras se evaluaron en el Laboratorio del PICAL. Para tener una idea completa de la evolución de la materia seca del tubérculo se obtuvieron muestras de tubérculos del experimento cosechados a 95, 105, 113, 120, 127, 134, 143 y 150 días después de la siembra.

#### **b. Contenido de azúcares reductores**

Las muestras de cada tratamiento se enviaron a los laboratorios de la Empresa Kola Real en Lima, para la determinación de los azúcares reductores en el tubérculo.

### **2.9.4. MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTO**

Para obtener el índice de rentabilidad económica de los tratamientos estudiados se estimó el costo de producción y la utilidad bruta, luego de la venta de los tubérculos, en el periodo donde se realizó cosecha de papa, que coincide con la cosecha de la campana chica de papa, donde se alcanza los mejores precios de papa. Para la obtención del valor de venta se tomó como referencia el precio promedio por kilogramo de papa en el Mercado Mayorista Nery García Zarate de Ayacucho.



## **2.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **2.10.1. Preparación del terreno**

Se realizó el 20 de julio del 2009. Para el roturado, mullido y nivelación se empleó un tractor agrícola (una pasada de arado de disco de una profundidad de 30 cm y otra de rastra) con la finalidad de brindar las mejores condiciones, para que el tubérculo semilla encuentre el ambiente óptimo para su brotamiento y posterior crecimiento y desarrollo.

### **2.10.2. Surcado**

El surcado se realizó el 22 de julio del 2009, para lo cual se empleó la surcadora de tres cajones, tirado por un tractor agrícola, a una distancia entre surcos de 0.90 m. y una profundidad de 0.25 m. aproximadamente.

### **2.10.3. Demarcación del Terreno**

Se realizó el mismo día del surcado. Para el estacado se empleó wincha de 30 m., y estacas de madera de 0.40 m de largo y un diámetro de 0.10 m., aproximadamente. Para la demarcación se empleó yeso y posteriormente se colocó hilos de rafia para delimitar calles, bloques y parcelas.

### **2.10.4. Fertilización**

Las unidades experimentales recibieron un nivel de fertilización de 160N - 180 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -120 K<sub>2</sub>O, en base a un rendimiento de 30 000 kg/ha de tubérculos, y el reporte del análisis de suelos. Además se adicionó 5.00 t/ha de Gallinaza.

El primer abonamiento se realizó a la siembra del cultivo, la mitad del N, todo el  $P_2O_5$  y  $K_2O$ .

El segundo abonamiento al aporque, con la otra mitad del N.

Se empleó como fuente de nitrógeno la Urea (45% N) y el Fosfato Di amónico (18%N).

Se utilizó como fuente de fósforo el Fosfato Di amónico (46%  $P_2O_5$ ). Sólo como abono de fondo.

Como fuente de potasio se empleó el Cloruro de Potasio (60%  $K_2O$ ), exclusivamente como abono de fondo.

Cabe destacar que los abonos de fondo fueron mezclados y distribuidos uniformemente a lo largo del surco guardando equidistancia entre los tubérculos semilla.

#### **2.10.5. Siembra**

La siembra se efectuó en surcos distanciados a 0.90 m., los tubérculos semillas fueron depositadas en el fondo del surco distanciado a 0.30 m. una de otra y a una profundidad no mayor 0.25 m. se utilizó una densidad de siembra de 800 kg/ha. El tapado de la semilla se hizo manualmente con ayuda del pico. Se realizó el 23 de julio del 2009.

#### **2.10.6. Riegos**

Los riegos se efectuaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo, teniendo en consideración que durante el periodo de cultivo (julio-noviembre) hay ausencia de lluvias, tal como se observa en el Cuadro 2.2 y al Gráfico 2.1, balance hídrico y diagrama ombrotérmico respectivamente.

Se efectuó el primer riego, después de la siembra y los riegos posteriores, cada 15 días para asegurar el buen desarrollo de la planta y llenado de los tubérculos, evitando someter a estrés el cultivo.

#### **2.10.7. Deshierbo y Aporques**

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo, se realizó un deshierbo manual a la quinta semana después de la siembra (27 y 28 de agosto del 2009). Se efectuaron dos aporques, el primero a la séptima semana después de la siembra (11 de setiembre del 2009) y el segundo aporque a la decima semana después de la siembra (03 de octubre del 2009).

#### **2.10.8. Control fitosanitario**

Se realizó tres controles fitosanitarios. El primer control se realizó a la emergencia del cultivo se aplicó Cyperclin (insecticida), Manzate (Fungicida) y Biofer 32-10-10 (Abono foliar de inicio), el segundo control, antes del primer aporque con el mismo insecticida y fungicida y abono foliar 30-30-30 y el tercer control, solo con el insecticida, un mes antes de la cosecha.

#### **2.10.9. Cosecha**

Se realizó tres cosechas escalonadas, con un intervalo de una semana, como se menciona en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.2: Fechas de cosecha por tratamiento.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Cosecha (DDS)</b>	<b>Fecha de Cosecha</b>
T1	120	20/11/09
T2	127	27/11/09
T3	134	04/12/09

**DDS:** Días Después de la Siembra.

La primera cosecha se hizo a los 120 días DDS, 07 días después del corte del follaje, con tubérculos en estado de madurez comercial pero no fisiológica, pues se encontraban aun “pelonas”.

La segunda cosecha se realizó a los 127 días DDS, 07 días después del corte del follaje, con tubérculos en estado de madurez fisiológica.

La tercera cosecha tuvo lugar una vez que la planta alcanzó la madurez fisiológica y sin corte de follaje. Se observó que el follaje se tornaba amarillento y senescencia general de la planta.

Los tubérculos se ensacaron en costales de polietileno y fueron pesados por categorías (primera, segunda, tercera y cuarta), así como evaluar otras variables. Se tomaron muestras de cada unidad experimental para la determinación de la materia seca y azúcares reductores.

La operación de cosecha se realizó manualmente con la ayuda del zapapico.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

**Cuadro 3.1: Rango de los estados fenológicos de la planta de papa Variedad Canchan-INIA. Canaán 2750 msnm.**

Trata- miento	Emergencia dds	Crecimiento Vegetativo dds	Inicio de Tuberización dds	Llenado de Tubérculos dds	Madurez fisiológica dds	Madurez cosecha dds
Defoliación a 113 dds	30 – 37	37-65	65 -70	65-110	125	120
Defoliación a 120 dds	30 – 37	37-65	65 - 70	65-110	125	127
Sin Defoliación	30 – 37	37-65	65 -70	65-110	125	134

**dds** : día después de la siembra.

En el Cuadro 3.1 se muestra los rangos en días después de la siembra de los diferentes estados fenológicos del cultivo de la papa Canchan-INIA, similares para los tres tratamientos; sin embargo, los periodos de madurez de cosecha se ha modificado en la defoliaciones a los 113 dds y 120 dds.

En Canchan la emergencia de brotes ocurre entre los 30 -37 días después de la siembra; el crecimiento vegetativo, entre los 37 y 65 días y el inicio de la tuberización, entre los 65 y 70, mientras que la madurez fisiológica se da a los 125 días después de la siembra.

El periodo de madurez de cosecha normal de papa variedad Canchan ocurre a los 134 días, sin embargo es posible adelantar la cosecha a los 120 y 127 días cuando se efectúa el corte de follaje.

El periodo de madurez fisiológica coincide con el reporte de **Eguzquiza (2000)**, quien indica que el corte del follaje es una práctica que permite que la piel de la papa se endurezca y no se desprenda al momento de la cosecha (suberización); este aspecto ha sido observado en forma parcial en el experimento, puesto que con la defoliación mecánica a los 113 días y cosecha siete días después, se encontró un 70% de tubérculos con la epidermis suberizada. El corte de follaje a los 120 días y cosecha siete días después, presenta un 90% de tubérculos con epidermis suberizada. En la cosecha a los 134 días se tuvo 95 % de tubérculos maduros, mostrando la influencia de la defoliación.

### 3.2. VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD.

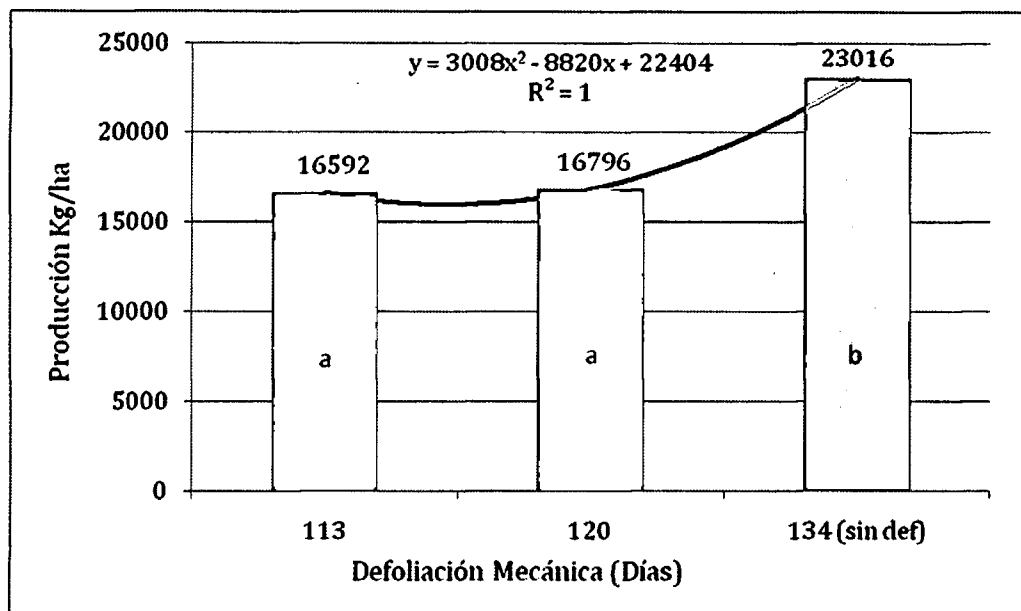
#### 3.2.1. PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS CATEGORÍA PRIMERA

**Cuadro 3.2: Análisis de variancia de la producción de tubérculos categoría primera en la variedad Canchan-INIA. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho**

F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	306811650.5	43830235.8	4.13	0.0116 *
Tratamiento	2	162466968.3	81233484.1	7.65	0.0057 **
Error	14	148648029.7	10617716.4		
Total	23	617926648.5			

**C.V. = 17.33%**

El Cuadro 3.2 del análisis de variancia de la producción de tubérculos de Categoría Primera, informa que por lo menos una de las defoliaciones ejerció efecto altamente significativo en la producción de la Clase Primera.



**Gráfico 3.1: Prueba de Tukey para la producción de tubérculos categoría primera en dos momentos de defoliación en la variedad Canchan - INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.**

La prueba de Tukey que se muestra en el Gráfico 3.1, reveló que las dos defoliaciones tuvieron un efecto detrimento o reductor de la Clase Primera, altamente significativo en comparación al testigo (sin defoliación). Este aspecto se traduce en que las defoliaciones han reducido la producción en 27%, respecto a la producción de Primera de las plantas no defoliadas. A partir de los resultados se concluye que, en solamente dos semanas de no defoliación, la papa Canchán ha logrado incrementar un 27% de tubérculos de gran significación ante la defoliación.

La respuesta a la defoliación mostró una tendencia polinomial de segundo grado, según la cual la producción de tubérculos Clase Primera puede

predecirse mediante la ecuación:  $Y = 3008 x^2 - 8820x + 22404$ , siendo la variable "x" los días a la defoliación.

Según la tendencia, a medida que se alarga el momento de defoliación, la producción de tubérculos resulta mayor. Esto quiere decir que la producción se va a incrementar cuando el follaje mantiene aun su capacidad fotosintética, lo que quiere decir que la translocación de fotosintatos al tubérculo se produce en tanto existe follaje verde.

Al respecto **MCA Honduras/EDA (2008)** señala que varios autores afirman que en este periodo los tubérculos aumentan de peso hasta un 10% debido a la translocación final de los nutrientes del follaje hacia los tubérculos.

**Medina (2008)** obtuvo 28.70 % de papa primera con un coeficiente de variación del 25 % que implica una fuerte interacción del medio ambiente; en nuestro caso se obtuvo un 54 % de tubérculos de categoría primera.

### 3.2.2. PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS CATEGORÍA SEGUNDA

**Cuadro 3.3: Análisis de variancia de la producción de tubérculos categoría segunda en la variedad Canchan - INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	37970625.83	5424375.12	0.66	0.7001 ns
Tratamiento	2	49481314.12	24740657.06	3.02	0.0811 ns
Error	14	114650033.9	8189288.1		
Total	23	202101973.8			

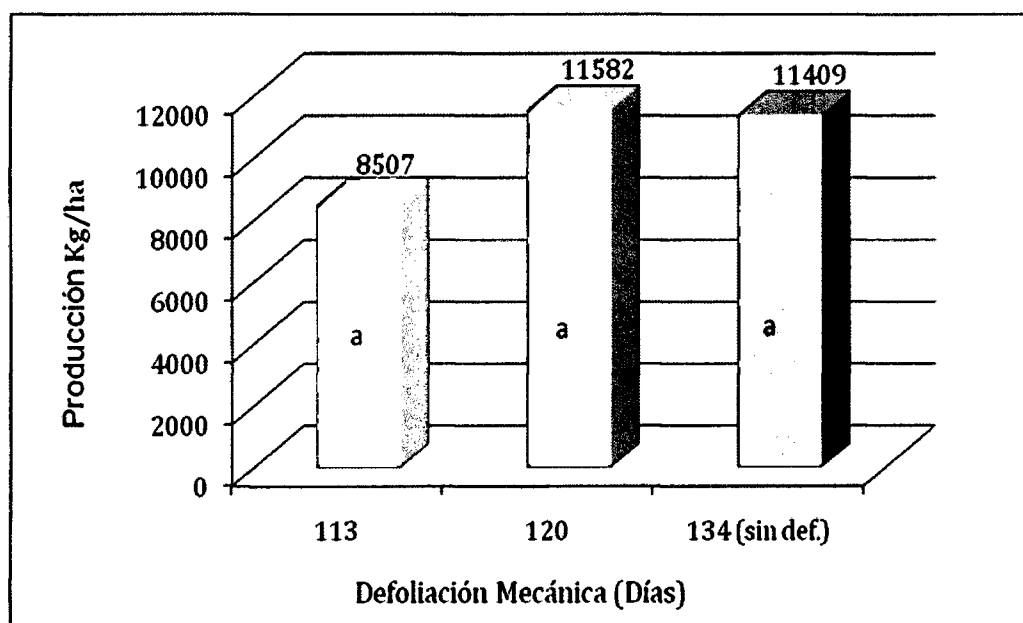
**C.V. = 27.26 %**

En el análisis de variancia de producción de tubérculos de la Clase Segunda (Cuadro 3.3) se determinó que las plantas con defoliación y sin defoliación



logaron producir cantidades semejantes de tubérculos de esta Clase, sin que exista entre ellas diferencias significativas y con alto coeficiente de variabilidad (27.26%). Este resultado supone que la alta variabilidad de la producción en esta categoría y la alta desviación estándar entre las producciones logradas, limitó la detección de diferencias estadísticas entre los tratamientos. Esta categoría de papa representa en promedio el 30% de la producción total obtenida en el experimento.

Con la variedad Canchan, **Medina (2008)** obtuvo un 59.80 % de papas de la categoría segunda, a diferencia de lo logrado en el presente trabajo que llegó a 30%.



**Gráfico 3.2. Prueba de Tukey para la producción de tubérculos categoría segunda en dos momentos de defoliación en la variedad Canchán - INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.**

Aunque la prueba de Tukey no detectó diferencias estadísticas entre las producciones de tubérculos de Segunda, existe una tendencia a incrementarse conforme se aumenta el tiempo antes de la defoliación; esta

característica se explica porque la conservación de las hojas es importante para el llenado y aumento de peso y tamaño de los tubérculos.

De acuerdo al Gráfico 3.2, conservando solamente una semana más el follaje (entre los 113 y 120 días) se logra incrementar 26.50% de tubérculos Segunda (3,075 kg/ha), mientras que demorando el corte dos semanas o 14 días, ya cerca a la madurez del cultivo, la defoliación a los 120 días permitió lograr cantidades semejantes de tubérculos Segunda como si no se hubiesen defoliado las plantas. Esto puede indicar que, de acuerdo al experimento, es importante pero no significativo, efectuar el corte del follaje a los 120 días, para no esperar la cosecha a los 134 días, cuando se trate de los tubérculos Segunda.

### 3.2.3. PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS CATEGORÍA TERCERA.

**Cuadro 3.4. Análisis de variancia de la producción de tubérculos categoría tercera en la variedad Canchan - INIA, Canaán 2750 msnm. Ayacucho.**

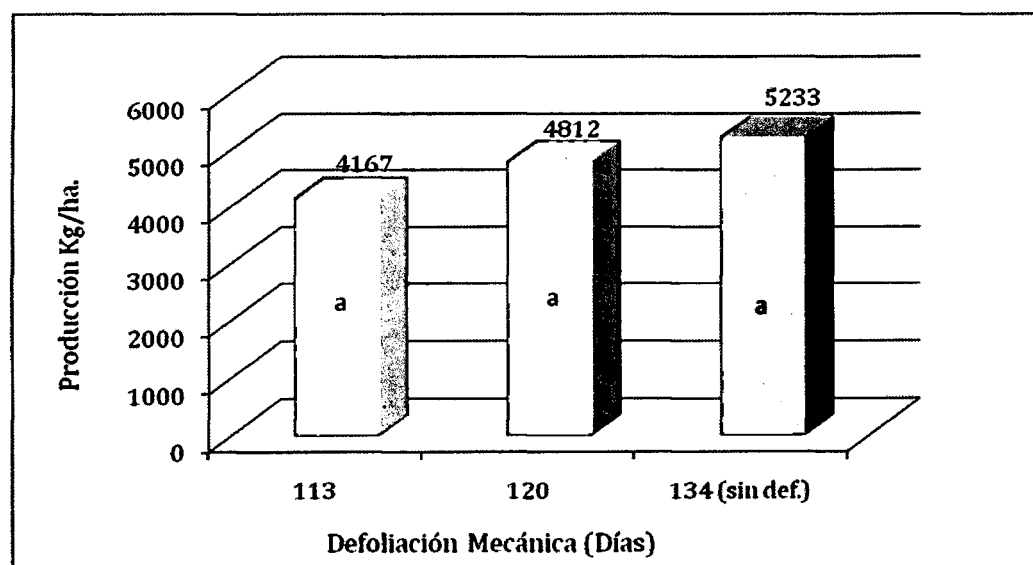
F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	21255719.96	3036531.42	2.09	0.1137 ns
Tratamiento	2	4110987.13	2055493.57	1.42	0.2755 ns
Error	14	20328535.53	1452038.25		
Total	23	45695242.63			

**C.V. = 25.44 %**

Esta categoría de tubérculos se utiliza mayormente para consumo domestico y también para preparación de papa seca y representa el 13% del total de producción de tubérculos.

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 3.4.), las plantas con defoliación y sin defoliación produjeron cantidades semejantes de tubérculos Tercera. Por su parte, la prueba de Tukey reveló la no significación, pero con la tendencia de que la producción aumenta ligeramente al postergarse el momento de defoliación, aproximadamente en forma lineal. Entre 113 y 120 días, el retardo de 7 días en la defoliación incrementó 421 Kg/Ha de tubérculos tercera; el retardo de las defoliación entre 120 y 134 días, es decir 14 días, permitió un aumento de 645 Kg/Ha; sin embargo, estos aumentos no son significativos.

Esta respuesta tiene la misma explicación general que se planteó al comienzo, es decir la conservación del follaje permite continuar el aumento del peso y tamaño de los tubérculos, pero al no existir diferencias importantes entre la defoliación y la no defoliación se puede concluir que aquella resulta de valor para reducir el tiempo de cosecha.



**Gráfico 3.3: Prueba de Tukey para la producción de tubérculos categoría tercera en dos momentos de defoliación en la variedad Canchan - INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

### 3.2.4. PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS CATEGORÍA CUARTA

**Cuadro 3.5: Análisis de variancia para la producción de tubérculos categoría cuarta, en la variedad Canchan- INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	2570828.000	367261.143	0.72	0.6560 ns
Tratamiento	2	307890.596	153945.298	0.30	0.7435 ns
Error	14	7117799.404	508414.243		
Total	23	9996518.000			

**C.V. = 64.85 %**

Esta categoría es la llamada papa muñi que comprende las papas de peso menor a 20 gramos más los tubérculos dañados en la cosecha; de acuerdo al análisis, no se ha encontrado diferencia estadística entre la defoliación y la no defoliación. El alto coeficiente de variación (64.85 %) informa sobre la alta variación observada en las producciones de tubérculos Cuarta que depende de las diversas intensidades de llenado y crecimiento de los tubérculos que se formaron tardíamente. Este resultado indica que la defoliación no influyó de manera importante en la formación de tubérculos de Categoría Cuarta.

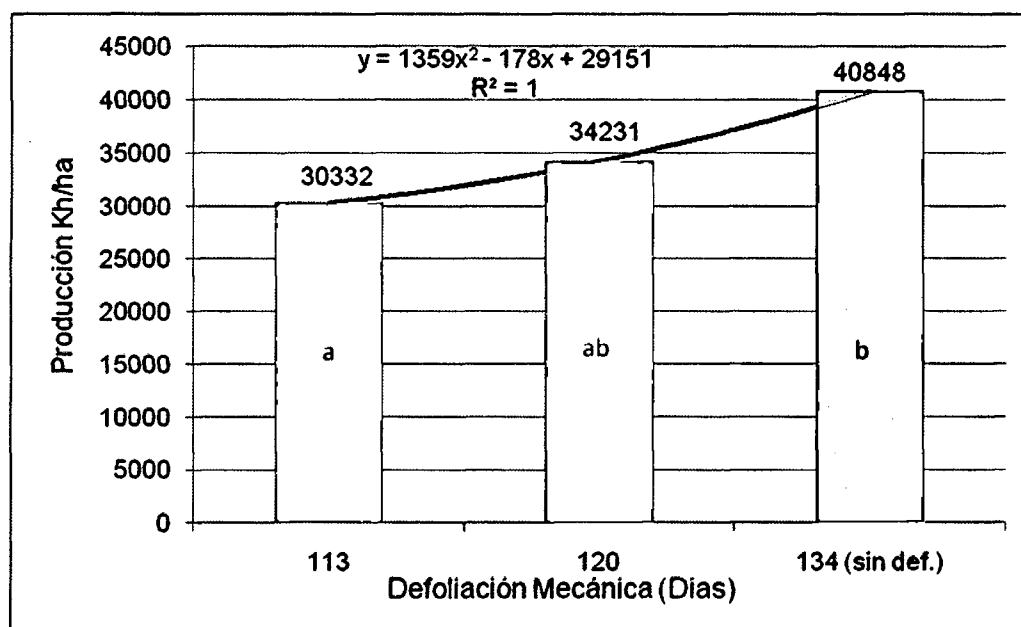
### 3.2.5. PRODUCCION TOTAL DE TUBERCULOS

**Cuadro 3.6: Análisis de variancia para la producción total de tubérculos, en la variedad Canchan - INIA. Canaán 2750 msnm 2009. Ayacucho.**

F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	388223300.0	55460471.4	1.70	0.1879 ns
Tratamiento	2	373704430.2	186852215.1	5.74	0.0152 *
Error	14	456063210	32575944		
Total	23	1217990941			

**C.V. = 16.24 %**

En el análisis de variancia de la producción total de tubérculos (Cuadro 3.6) se determinó significación estadística entre los tratamientos de defoliación manual y no defoliación; según este resultado, por lo menos una de las pruebas tiene efecto significativo en la producción total de tubérculos.



**Gráfico 3.4: Prueba de Tukey para la producción total de tubérculos, en la variedad Canchan - INIA, en dos momentos de defoliación. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.**

De acuerdo a la prueba de Tukey (Gráfico 3.4) no existe diferencias significativas entre ambas defoliaciones, pero se observa la tendencia de que al demorarse una semana la defoliación (120 días) la producción aumenta en aproximadamente 4000 Kg/Ha. Al no realizarse la defoliación hasta los 134 días, el incremento de la producción total aumenta 10,000 Kg/Ha respecto a la defoliación a 113 días y de 6,500 Kg/Ha respecto a la defoliación a 120 días. Estas diferencias son significativas a favor de la no defoliación.

La producción total de tubérculos está definido por la ecuación  $y = 1359x^2 - 178x + 29151$ , que podría ser utilizada para predecir los momentos de defoliación que podrían permitir el logro de mejores producciones totales de tubérculos en la variedad Canchan INIA.

**Medina (2008)** determinó que la variedad Canchan expresó una producción de 4047 Kg/ha de tubérculos Categoría Extra, 12,703 Kg/ha de Primera y 10,017 kg/ha de Segunda. Se ha indicado que la producción total de Canchán en Canaán fue de 26,767 Kg/Ha, bajo condiciones de riego. Al respecto, en el presente trabajo se ha logrado superar las producciones reportadas. En Huánuco, **Gastelo (1990)** obtuvo con Canchán, durante varios años, producciones totales de 20 a 25 t/ha en campos de agricultores.

### 3.3. VARIABLES DE CALIDAD

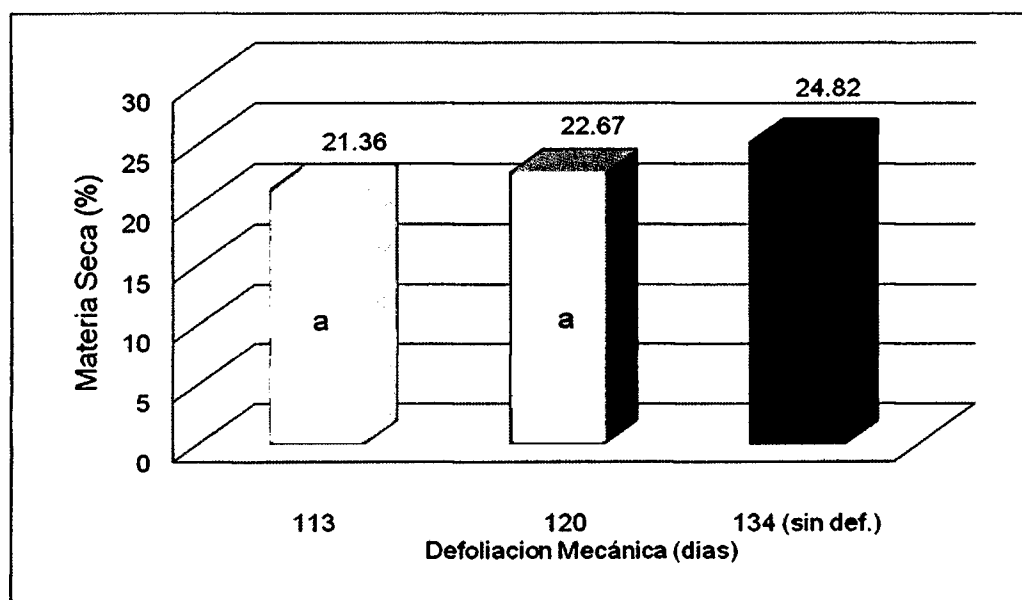
#### 3.3.1. CONTENIDO DE MATERIA SECA DE TUBERCULOS

**Cuadro 3.7: Análisis de variancia para el porcentaje de materia seca de los tubérculos de la variedad Canchán-INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

F. variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	7	16.67462917	2.38208988	0.93	0.5159 ns
Tratamiento	2	54.15277292	27.07638646	10.53	0.0016 **
Error	14	36.0002937	2.5714496		
Total	23	106.8276958			

**C.V. = 6.94%**

El análisis de variancia (Cuadro 3.7) reveló que la materia seca en los tubérculos fue influenciada en forma altamente significativa por la defoliación o la no defoliación de las plantas.

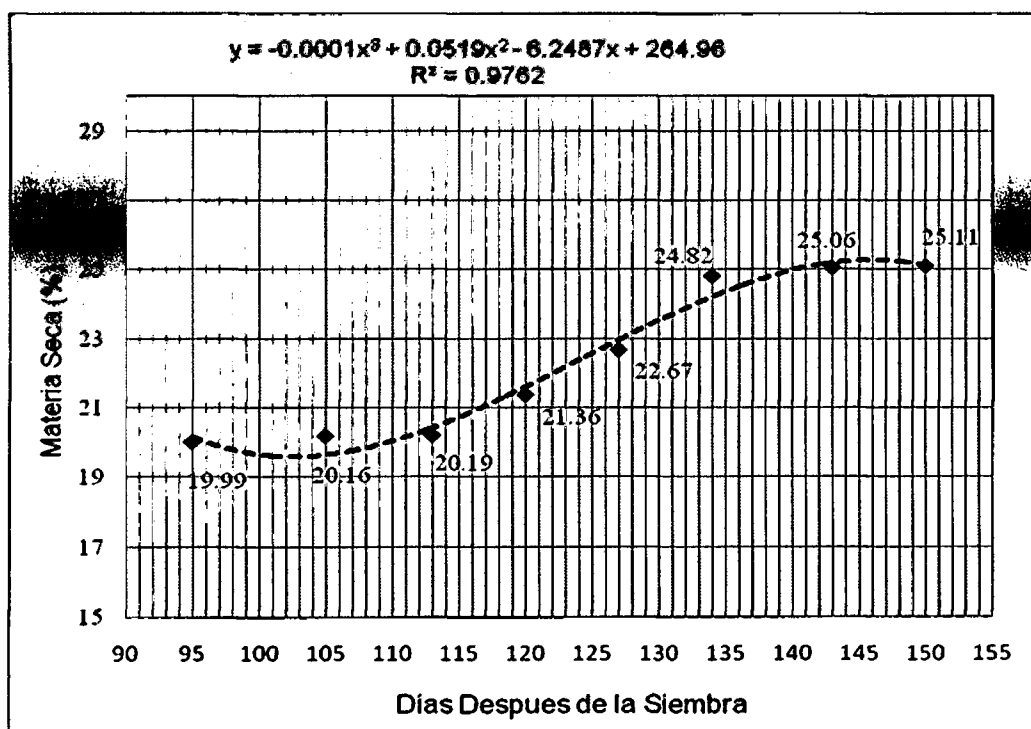


**Gráfico 3.5: Prueba de Tukey para el porcentaje de materia seca de tubérculos en tres periodos de defoliación en la variedad Canchán - INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

La prueba de Tukey (Gráfico 3.5) determinó, de igual manera que en otras variables estudiadas, que la defoliación reduce el porcentaje de materia

seca en los tubérculos en forma altamente significativa respecto a la no defoliación. Esta diferencia más detectable entre tratamientos fue posible por el bajo coeficiente de variabilidad obtenido para esta variable (6.94%).

El contenido de materia seca se incrementa a medida que se retarda el momento de la defoliación, debido a que al prolongarse la presencia del follaje en la planta, se induce a mayor acumulación de reservas en el tubérculo proveniente de la actividad fotosintética. Respecto a las plantas no defoliadas (134 días), la materia seca en los tubérculos de las plantas defoliadas a los 113 días se redujo en 14%, mientras que en las plantas defoliadas a los 120 días la materia seca disminuyó en 8.7%; de este modo, en ambos casos la defoliación reduce significativamente la materia seca en los tubérculos.



**Gráfico 3.6:** Tendencia del porcentaje de materia seca de los tubérculos durante el periodo de llenado y madurez del cultivo de papa Var. Canchán-INIA. Canaán 2750 msnm.



El Gráfico 3.6 muestra la tendencia polinómica de tercer grado del incremento de la materia seca (%) de los tubérculos, observándose que a los 143 días después de la siembra, la acumulación de materia seca del tubérculo se estabiliza, en comparación con el contenido de materia seca de los tubérculos cuya defoliación mecánica se efectuaron a los 113 y 120 días, llegando a obtenerse 20.19% y 21.36% de materia seca respectivamente. Del gráfico también se desprende que la defoliación mecánica se puede efectuar a partir de los 130 días cuando el tubérculo alcanza un contenido de 23.34%, De igual modo, el corte del follaje sin ningún inconveniente en la pérdida de la producción de tubérculos se puede efectuar a los 127 días cuando el tubérculo alcanza 22.67 % de materia seca, que es lo que demanda la industria.

**Amorós, Manrique y Bonierbale (2001)** en la localidad de Apata (Huancayo, 3400 msnm) encontraron para la variedad Canchan un contenido de materia seca de 22 a 24 %. En el experimento llevado a cabo en Canaán- Ayacucho (2750 msnm) se alcanzó el máximo valor a la madurez de cosecha (25.50 % de materia seca), a los 145 días después de la siembra.

### 3.3.2. CONTENIDO DE AZÚCARES REDUCTORES

**Cuadro 3.8. Contenido de azúcares reductores y grado de oscurecimiento, por momentos de defoliación manual. Canaán 2750 msnm. Ayacucho**

<b>Defoliación mecánica (DDS)</b>	<b>Materia seca % *</b>	<b>Grado de oscurecimiento (1 a 5) *</b>	<b>Azúcares Reductores (g/100 g peso fresco) *</b>
113	20 - 22	1.5 – 2.0	0.10 – 0.15
120	22 - 24	2.0 – 2.5	0.15 – 0.20
Sin defoliación	24 - 25	2.0. –2.5	0.16 – 0.25

(\*) *Análisis efectuado en los laboratorios de la empresa Kola Real. Lima-Perú.*

Escala de oscurecimiento (1 – 5): 1 = sin oscurecimiento; 5 = totalmente oscuro; aceptable hasta 3.

En el cuadro 3.8 se muestra el contenido de azúcares reductores y grado de oscurecimiento de hojuelas fritas de tubérculos de la variedad Canchán, que son dos requerimientos importantes para el procesamiento industrial de la papa.

El contenido en azúcares reductores puede variar desde cantidades muy pequeñas (trazas) hasta más del 10% del peso seco total del tubérculo. El almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas (por debajo de los 4°C) induce a aumentar los azúcares, lo cual es probablemente el problema más importante que enfrentan los procesadores de papa. La glucosa y la fructosa son considerados azúcares reductores. Tienen una influencia significativa en la fritura porque influyen directamente en la formación del color y del sabor. Si el contenido en azúcares reductores es alto, aparece un producto con color marrón oscuro y sabor amargo. Por eso, la industria

requiere de variedades con bajos contenidos en azúcares reductores; inferiores al 0.1% del peso fresco es ideal para la producción de hojuelas; valores más altos (0.33%) son inaceptables.

Investigadores del Instituto de Biotecnología del INTA-Castelar y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCE y N) desentrañaron uno de los mecanismos por los cuales la planta de papa acumula glucosa en sus tubérculos. El hallazgo, publicado en la última edición de *Plant Molecular Biology*, permite obtener variedades con menor contenido de azúcares reductores, responsables del oscurecimiento que sufre la papa durante la fritura o el horneado, un proceso en el que se forman grandes cantidades de poliacrilamida, un compuesto potencialmente cancerígeno (Stekolschik, 2007).

#### **3.4. MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.**

El mérito económico mostrado en el Cuadro 3.9, está basado en el cálculo de los costos de producción, incluida la defoliación manual, así como el cálculo de la utilidad bruta del cultivo. La mayor rentabilidad se observa con el tratamiento sin defoliación del follaje que se cosechó a los 134 días después de la siembra (216.55% de rentabilidad), ligeramente superior al tratamiento de defoliación a los 120 días (210.64% de rentabilidad) y a los 113 días de defoliación (206.30% de rentabilidad), debido fundamentalmente al volumen de producción, aunque los precios unitarios del producto fueron mayores con 113 y 120 días de defoliación.

El mayor precio de venta de papa se alcanzan hasta el mes de noviembre; después de este mes, el precio de papa va decreciendo por la mayor oferta

de la producción de la costa y sierra. Sin embargo, un aspecto negativo es que las papas ofertadas son inmaduras; se sugiere que en las siembras adelantadas (fines de junio e inicio de julio) con las que se obtendría buenos rendimientos, se realice el corte de follaje para alcanzar mejores precios de venta.

**Cuadro 3.9: Merito Económico de la defoliación en la Variedad Canchan-INIA. Canaán 2750 msnm. Ayacucho 2009.**

Tratamientos	Costos de Producción S/.	Producción Kg./ha			Costo Unitario S/ por Kg.			Valor de Venta S/.	Utilidad Bruta S/.	Rentabilidad %
		1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra			
Corte a los 113 DDS	6949.80	16592.26	8506.94	4166.67	0.90	0.60	0.30	21287.20	14337.40	206.30
Corte a los 120 DDS	6949.80	16795.68	11582.34	4811.51	0.80	0.60	0.25	21588.82	14639.02	210.64
Sin Corte 134 DDS	6861.80	23015.87	11408.73	5233.13	0.70	0.40	0.20	21721.23	14859.43	216.55

**DDS:** *Días Después de la Siembra.*

La comercialización de papa en el país se caracteriza por una oferta generada en unidades de producción dispersas geográficamente y altamente dependientes de factores climáticos cuya consecuencia es la estacionalidad de la producción, y por una demanda que es permanente y localizada principalmente en los centros urbanos. La etapa de comercialización es decisiva para el productor, por cuanto allí se decide el precio final del producto, en este proceso los pequeños y medianos productores se encuentran en desventaja debido a su baja capacidad de negociación en el mercado, debido a su posición individualista tanto en la producción como en la comercialización, limitado a la escasa información y a la falta de conocimiento financiero de la actividad productiva. La costa peruana es el gran abastecedor de papa en todo el país (Lima) entre julio y diciembre. El volumen de comercialización disminuye en el mes de noviembre y diciembre; esta característica nos da una gran ventaja para la producción de papa fuera de estación sembrando papas de precocidad probada en el mes de julio.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

1. La defoliación manual a los 120 días reportó una producción total de 34231 kg/ha; a 113 días de defoliación se logró 30332 kg/ha; sin defoliación de las plantas se obtuvo 40848 kg/ha.
2. La defoliación a los 120 días y 113 días produjo mayor porcentaje de tubérculos con a peridemis inmadura.
3. En la producción de tubérculos Categoría Segunda no se encontró influencias significativas de la defoliación.
4. La producción de tubérculos categoría Tercera y Cuarta no fue influenciada de manera significativa por las defoliaciones.
5. El contenido de materia seca en los tubérculos de plantas sin defoliación (24.82%) superó con alta significación a las materias secas de los tubérculos de plantas con defoliación (22.67% y 21.36%, respectivamente).

6. El contenido de azúcares reductores a los 113 días de defoliación es de 0.10% a 0.15%, a los 120 días es 0.15% -0.20% y a los 134 días es de 0.16% – 0.25%.
7. El grado de oscurecimiento de las hojuelas fritas con defoliación a los 113 días es de 1.5 – 2.0, mientras que a los 120 y 134 días se estabiliza en 2.0 – 2.5.
8. Se alcanzó mayor rentabilidad económica de 216.55%, sin la defoliación.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

1. La defoliación manual para las condiciones de Canaán, en la var. Canchán se debe realizar a partir de los 120 a 130 días después de la siembra, porque el tubérculo alcanza mejores características.
2. Se recomienda realizar siembras tempranas (Julio-Agosto), porque el producto alcanza los mejores precios en el mercado; la cosecha realizar en el mes de noviembre donde es que se alcanzan los mejores precios de venta en el mercado.
3. Cosechar los tubérculos en la Var. Canchan a partir de los 120 días porque alcanza el mayor contenido de materia seca y es cuando reúne las exigencias para la industria.



## RESUMEN

EFFECTO DEL MOMENTO DE DEFOLIACIÓN MECÁNICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE TUBÉRCULOS DE PAPA VARIEDAD CANCHÁN-INIA. CANAÁN 2750 MSNM. AYACUCHO. Roly Gómez Bautista. Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Nacional de san Cristóbal de Huamanga. 2010. El experimento se realizó en el Centro Experimental Canaán, de la provincia de Huamanga, entre julio y noviembre de 2009. Se aplicó el diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y ocho bloques, para probar la defoliación manual a los 113 y 120 días, además de un grupo testigo sin defoliar. El estudio se realizó con la finalidad de determinar el rendimiento y la calidad industrial de tubérculos en los diferentes momentos de corte de follaje y la rentabilidad de la defoliación en la variedad Canchán-INIA. Los resultados encontrados permiten arribar a las conclusiones siguientes: (1) La defoliación manual a los 120 días reportó una producción total de 34231 kg/ha; a 113 días de defoliación se logró 30332 kg/ha; sin defoliación de las plantas se obtuvo 40848 kg/ha. (2) La defoliación a los 120 días y 113 días produjo mayor porcentaje de tubérculos con a peridemis inmadura. (3) En la producción de tubérculos Categoría Segunda no se encontró influencias significativas de la defoliación. (4) La producción de tubérculos categoría Tercera y Cuarta no fue influenciada de manera significativa por las defoliaciones. (5) El contenido de materia seca en los tubérculos de plantas sin defoliación (24.82%) superó con alta significación a las materias secas de los tubérculos de plantas con defoliación (22.67% y 21.36%, respectivamente). (6) El contenido de azúcares reductores a los 113 días de defoliación es de 0.10% a 0.15%, a los 120 días es 0.15% -0.20% y a los 134 días es de 0.16% – 0.25%. (7) El grado de oscurecimiento de las hojuelas fritas con defoliación a los 113 días es de 1.5 – 2.0, mientras que a los 120 y 134 días se estabiliza en 2.0 – 2.5. (8) Se alcanzó mayor rentabilidad económica de 216.55%, sin la defoliación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **AMES, I. 1980.** Compendio de enfermedades de la papa. Trad. de la Obra de W. I. Hooker. Minnesota - E.U.A.
2. **ARBAIZA, A. 2002.** Guía práctica y manejo de plagas en 26 cultivos. 1<sup>ra</sup> Edic. Edit. del Castillo. Chiclayo – Perú.
3. **BERLIJN, J. D. 1990.** Maquinaria Para Fertilización, Siembra y Transplante. 5<sup>ta</sup> ed. Edit. Trillas S.A. México.
4. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1986.** Manual Práctico de Producción de Semilla de Papa. Lima, Perú.
5. **CISNEROS V., FAUSTO H. 1995.** Control de plagas agrícolas. 2<sup>da</sup> ed. Edit. Copyright. Lima –Perú.
6. **CORPOICA, 1998.** Influencia del Corte de Follaje y de la Época de Cosecha en la Calidad de la Papa Para la Industria. Pág. 36-39
7. **DEWELLE R. y STEPHEN L. 1993.** Potato Growth and Development. <http://www.cals.uidaho.edu/potato/PotatoProductionSystems/Topics/Growth&Development.pdf>
8. **EGUSQUIZA, B, R. 2000.** La papa, producción, transformación y comercialización. UNALM. Lima – Perú.
9. **EGÚSQUIZA, B. R., CASTRO, J; CARRASCO J; CERNA R. 1992.** Enfoques técnicos para el uso de cultivares precoces de papa: Efecto de los Distanciamientos de Siembra. Revista Agronomía, 11 (1) pags. 12-18.
10. **ESTRADA, N. 1995.** La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la Papa. Edit. Hill Ardi. CIP. La Paz – Bolivia.

- 11. EZETA, F. N. 1986.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de Papa. Edit. Programa de Investigación en Papa UNA La Molina. Lima – Perú.
- 12. EZETA, F. N. 1968.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de Papa. En V Curso Internacional sobre el cultivo de papa con énfasis en producción de semilla. La Molina enero 4 - febrero 1 1986. Edit por el Programa de Investigaciones en papa UNAIM. La Molina Lima – Perú
- 13. FAO, 2003.** Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletines de servicios agrícolas de la FAO.  
<http://www.fao.org/icatalog/inter-s.htm>
- 14. FAO, 1995.** Técnica agrícola en el desarrollo. Un manual de capacitación. Boletines de servicios agrícolas de la FAO.  
[http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)
- 15. FONAIAP 2007,** El Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental Trujillo, Pampanito, Estado Trujillo.  
<http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd60/papa.html>
- 16. GASTELO, M., E.R. RONCAL y J. LANDEO. 1991.** Canchán-INIAA, Una nueva Variedad de Papa Para el Perú con Resistencia de Campo al Tizón Tardío. En: Programa y Compendios, 15a reunión de ALAP. Lima, Perú. pág. 69.
- 17. GUERRERO GARCÍA, A. 1990.** El Suelo, Los abonos y la fertilización de los cultivos. Edt. Mundi - Prensa. Madrid - España.
- 18. HAWKES, K. 1 980.** Historia de la Papa. CIP. Lima – Perú.
- 19. HERNANDEZ C. E, 1992.** Características y condiciones de producción de papa para procesamiento. Revista Fedepapa (Colombia) N° 5 .P, 15-20.

20. **HORTON, D. 1992.** La papa, producción, comercialización y programas.  
Centro Internacional de la papa. Lima –Perú.
21. [http://www.monografias.com./trabajo/la\\_papa](http://www.monografias.com./trabajo/la_papa)
22. <http://www.minag.gob.pe/dgpa/archivos>
23. **IBÁÑEZ Y AGUIRRE 1983.** Manual de prácticas de fertilidad de suelos.  
UNSCH. Ayacucho – Perú.
24. **INIA, 1995.** Compendio de la Producción de Papa. Lima, Perú.
25. **INIA, 1995.** Papa. Serie de Compendio de Información Técnica. R.I. N° 1-95. 237p.
26. **INIA, 1996.** Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Boletín informativo N° 13. Ayacucho – Perú.
27. **INIAP, 1997.** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Ecuador. Programa Nacional de raíces y tubérculos.
28. **KASMIRE, R. F.; R. T. HINSCH and J. F. THOMPSON. 1996.**  
Maintaining Optimum Perishable Product Temperatures In Truck Shipments. University of California, Davis, Postharvest Horticulture Series no. 12. 11 pp
29. **LIRA SALDIVAR, R. H. 1994.** Fisiología vegetal. Edit. Trillas. México.
30. **MCA HONDURAS/EDA, 2008.** Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Manual de Producción de Papa. Honduras.
31. **MEDINA G. L. 2008.** Evaluación Agronómica de Variedades Industriales de Papa (*Solanum tuberosum*), Canaán 2750 msnm. AYACUCHO.  
Tesis Ing. Agr., UNSCH

- 32. MORENO, J. 1999.** Investigador del programa regional CORPOICA.  
Santa Fe de Bogotá – Colombia.  
E-mail: [jmoreno@corpoica-regionaluno.org](mailto:jmoreno@corpoica-regionaluno.org)
- 33. NIVAP HOLLAND, 2005.** Netherlands Potato Consultative Foundation.  
[http://www.potato.nl/es/sobre\\_patatas/agronom](http://www.potato.nl/es/sobre_patatas/agronom)
- 34. OIA 2004.** Oficina de información Agraria. Ministerio de Agricultura-  
Ayacucho.
- 35. ONERN 1984.** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.  
Perfil Ambiental del Perú. Lima.
- 36. RONCAL, E.R. 1990.** Informe Final de Experimentos Terminados. Instituto  
Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Lima - Perú.
- 37. SHAW, R.; R. BOOTH, S. F. 1992.** Simple Processing of Dehydrated  
Potatoes and Potato Starch. Lima; Perú, International Potato Center.  
32p.
- 38. STEKOLSCHIK, G. 2007.** Descubren Como Regular el Azúcar en la  
Papa. Publicado en el Periódico la Nación el 10 de abril 2007. Buenos  
Aires - Argentina
- 39. VILLAGARCIA, S. 1990.** Resultados de Ensayos de Campo Sobre  
Fertilización y Nutrición Mineral en el Cultivo de Papa. UNALM - CIP  
Lima - Perú.

# **ANEXOS**

CUADRO 1: RESULTADOS DE RENDIMIENTO (Kg.) DE TUBERCULO PAPA Y MATERIA SECA POR TRATAMIENTOS

BLOQUES	REP.	TRATAMIENTOS	COSECHA	MATERIA SECA (%)	MEDIA DE MATERIA SECA (%)	PRIMERA (Kg)	SEGUNDA (Kg)	TERCERA (Kg)	CUARTA (Kg)	PRIMERA (Kg/ha)	SEGUNDA (Kg/ha)	TERCERA (Kg/ha)	CUARTA (Kg/ha)	TOTAL Kg/ha
I	1	Defoliación mecánica a los 113 días después de la siembra.	A los 120 días después de la siembra.	20.92%	21.36%	15.50	10.50	5.50	1.25	12301.59	8333.33	4365.08	992.06	25992
I	2			22.25%		15.00	12.00	4.50	0.75	11904.76	9523.81	3571.43	595.24	25595
I	3			23.18%		19.50	11.00	6.00	2.00	15476.19	8730.16	4761.90	1587.30	30556
I	4			19.50%		16.00	6.00	4.00	1.50	12698.41	4761.90	3174.60	1190.48	21825
I	5			20.00%		27.50	9.00	8.00	2.00	21825.40	7142.86	6349.21	1587.30	36905
I	6			21.43%		24.25	9.00	4.00	1.00	19246.03	7142.86	3174.60	793.65	30357
I	7			20.75%		28.50	17.00	5.50	1.25	22619.05	13492.06	4365.08	992.06	41468
I	8			22.83%		21.00	11.25	4.50	1.00	16666.67	8928.57	3571.43	793.65	29960
II	1	Defoliación mecánica a los 120 días después de la siembra.	A los 127 días después de la siembra.	21.86%	22.67%	14.00	9.00	5.25	1.00	11111.11	7142.86	4166.67	793.65	23214
II	2			23.88%		20.75	22.00	8.50	1.75	16468.25	17460.32	6746.03	1388.89	42063
II	3			22.27%		14.50	11.00	4.50	0.50	11507.94	8730.16	3571.43	396.83	24206
II	4			21.72%		21.75	12.00	5.50	2.00	17261.90	9523.81	4365.08	1587.30	32738
II	5			21.93%		24.50	14.00	7.50	0.75	19444.44	11111.11	5952.38	595.24	37103
II	6			21.56%		52.50	19.25	3.50	1.00	21667.00	15277.78	2777.78	793.65	40516
II	7			24.96%		20.50	14.50	5.50	1.25	16269.84	11507.94	4365.08	992.06	33135
II	8			23.17%		26.00	15.00	8.25	2.25	20634.92	11904.76	6547.62	1785.71	40873
III	1	Maduración sin defoliación.	A los 134 días después de la siembra.	25.81%	24.82%	24.50	12.00	6.50	2.00	19444.44	9523.81	5158.73	1587.30	35714
III	2			25.38%		16.50	14.00	10.75	4.25	13095.24	11111.11	8531.75	3373.02	36111
III	3			25.03%		28.00	15.00	6.00	0.50	22222.22	11904.76	4761.90	396.83	39286
III	4			22.04%		30.00	18.50	6.00	1.50	23809.52	14682.54	4761.90	1190.48	44444
III	5			25.60%		30.00	14.00	7.00	1.25	23809.52	11111.11	5555.56	992.06	41468
III	6			25.15%		34.50	16.50	6.25	0.50	27380.95	13095.24	4960.32	396.83	45833
III	7			23.89%		36.00	10.00	3.25	0.25	28571.43	7936.51	2579.37	198.41	39286
III	8			25.71%		32.50	15.00	7.00	1.75	25793.65	11904.76	5555.56	1388.89	44643

CUADRO 02: Parámetros de Rendimiento Evaluados.

Muestreo (DDS)	Altura de Planta (cm.)	N° de Tubérculos por Planta	Observación
95	45 - 60	20 - 30	Plantas jóvenes, con tubérculos menudos.
105	60 - 70	25 - 35	Tubérculos "pelonas"
113	75 - 80	43 - 49	Madurez comercial.
120	70 - 80	37 - 50	Mayor proporción de la categoría segunda
127	80 - 100	40 - 50	En la madurez fisiológica.
134	80 - 100	40 - 50	Plantas senescentes con tubérculos maduros.

CUADRO 03: Contenido de Materia Seca de los tubérculos por fechas de cosecha.

Resultados de la Determinación de la Materia Seca								
Muestra	Días Después de la Siembra							
	95	105	113	120	127	134	143	150
1	19.10%	20.10%	21.50%	20.92%	21.86%	25.81%	24.23%	25.01%
2	21.00%	18.30%	20.50%	22.25%	23.88%	25.38%	26.03%	24.67%
3	20.86%	21.58%	20.80%	23.18%	22.27%	25.03%	25.15%	25.48%
4	21.83%	19.55%	19.50%	19.50%	21.72%	22.04%	24.97%	27.21%
5	19.23%	19.56%	18.90%	20.00%	21.93%	25.60%	24.92%	23.16%
6	18.95%	19.60%	20.50%	21.43%	21.56%	25.15%	-	-
7	18.95%	20.60%	19.56%	20.75%	24.96%	23.89%	-	-
8	19.50%	20.26%	20.66%	22.83%	23.17%	25.71%	-	-
9	20.50%	21.87%	19.78%	-	-	-	-	-
Media	19.99%	20.16%	20.19%	21.36%	22.67%	24.82%	25.06%	25.11%



## FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION



Foto 01: Ubicación de las unidades experimentales en campo. Canaán 2750 msnm. 2009.



Foto 02: Desinfección y aplicación de aceleradores de brotamiento en los tubérculos semilla. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 03: Emergencia de las plantas y primer control fitosanitario. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 04: Primer aporque. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 05: Segundo aporque. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 06: Segundo control fitosanitario. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 07: Primer muestreo de tuberización. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 08: Segundo muestreo de tuberización. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 09: Tercer muestreo, papas "pelonas". Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 10: Tratamientos de defoliación. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 11: Cosecha del primer tratamiento. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 12: Categorías primera, segunda, tercera y muñi (Def. 113 días).  
Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 13: Calidad de tubérculos a 113 días de defoliación. Canaán 2750 msnm 2009.

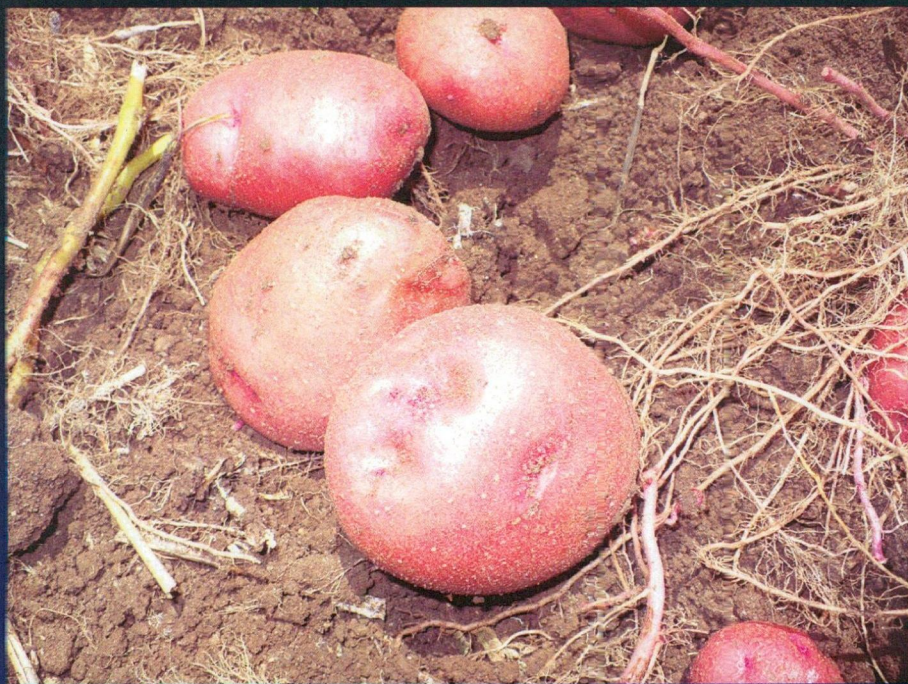


Foto 14: Calidad de tubérculos a 120 días de defoliación. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 15: Calidad de tubérculos a 134 días de cosecha. Canaán 2750 msnm 2009.



Foto 16: Determinación de materia seca en Laboratorio. Canaán 2750 msnm 2009.