

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Corte de follaje en el rendimiento de tubérculos de papa del
cultivar Yungay. Manallasacc, Chiara a 3520 msnm**

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

**PRESENTADO POR:
Juan Carlos Lozano Cuchuñaua**

Ayacucho – Perú

2020

A mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mi hija quien es el pilar de mi hogar.

A mi hermano William por su apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga *alma mater* de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Agronomía y plana docente quienes contribuyeron a mi formación profesional.

A mi asesor el Ing. Eduardo Robles García, por su apoyo en la culminación del presente trabajo de tesis.

A los comuneros del Centro Poblado de Manallasacc, forjadores de la agricultura tradicional e intensiva del cultivo de papa.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
 RESUMEN	 1
 INTRODUCCIÓN	 2
 CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Origen de la papa	4
1.2. Taxonomía	4
1.3. Morfología	4
1.3.1. La planta.....	5
1.3.2. El brote.....	5
1.3.3. El tallo	5
1.3.4. La raíz	5
1.3.5. La hoja.....	6
1.3.6. La flor.....	6
1.3.7. Fruto y semilla	7
1.3.8. Estolón	7
1.3.9. El tubérculo	7
1.4. Etapas de crecimiento y desarrollo	8
1.4.1. Etapa I: desarrollo del brote	8
1.4.2. Etapa II: crecimiento vegetativo	8
1.4.3. Etapa III: inicio de tuberización.....	9
1.4.4. Etapa IV: llenado de los tubérculos	9
1.4.5. Etapa V: maduración.....	9
1.5. Valor nutritivo.....	10

1.6.	Variedades.....	11
1.7.	La variedad Yungay	11
1.8.	Condiciones para la siembra	12
1.8.1.	Condiciones del clima.....	12
1.8.2.	Condiciones del suelo	14
1.8.3.	Condiciones de la semilla	14
1.9.	Abonamiento.....	14
1.9.1.	Rol de las fuentes de fertilización.....	15
1.10.	Labores culturales	16
1.11.	Plagas y enfermedades	16
1.11.1.	Plagas	17
1.11.2.	Enfermedades.....	18
1.12.	Cosecha y postcosecha.....	19
1.13.	Calidad de la papa para usos industriales.....	20
1.13.1.	Tamaño y forma de los tubérculos	22
1.13.2.	Daños y deformaciones	22
1.13.3.	Contenido de materia seca en los tubérculos	24
1.13.4.	Contenido de azúcares reductores en el tubérculo	25
1.13.5.	Ennegrecimiento enzimático del tubérculo.....	27
1.13.6.	Ennegrecimiento no enzimático.....	27
1.13.7.	Otros.....	27
1.14.	Madurez	29
1.14.1.	Defoliación.....	29
1.15.	Recomendaciones para la cosecha	30
1.16.	El curado, influencia del corte de follaje en la calidad de los tubérculos	31
1.17.	La cosecha en el Perú.....	32
1.17.1.	Época de cosecha	32
1.17.2.	Determinación del momento de la cosecha.....	32
1.17.3.	Formas de cosecha	33

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	36
2.1. Ubicación	36
2.2. Características climáticas	36

2.3.	Análisis físico – químico del suelo	40
2.4.	Organización del experimento	41
2.4.1.	Tratamientos.....	41
2.4.2.	Aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo	41
2.4.3.	Características del campo experimental.....	41
2.4.4.	Croquis del campo experimental.....	42
2.4.5.	Croquis de la parcela o unidad experimental	42
2.5.	Diseño experimental	43
2.6.	Modelo aditivo lineal	43
2.7.	Conducción del experimento	43
2.7.1.	Preparación del terreno	43
2.7.2.	Estacado y demarcación del terreno.....	43
2.7.3.	Surcado.....	44
2.7.4.	Siembra	44
2.7.5.	Fertilización	45
2.7.6.	Riegos.....	45
2.7.7.	Deshierbo	46
2.7.8.	Aporques	46
2.7.9.	Control fitosanitario	46
2.7.10.	Muestreo de plena floración.....	47
2.7.11.	Primer corte del follaje.....	47
2.7.12.	Segundo corte del follaje (madurez fisiológica)	47
2.7.13.	Cosecha (madurez de cosecha)	47
2.8.	Variables de evaluación	48
2.8.1.	Caracteres de precocidad	48
2.8.2.	Caracteres de rendimiento en floración	49
2.8.3.	Categoría y rendimiento de los tubérculos cosechados	50
2.8.4.	Contenido de materia seca	50
2.8.5.	Merito económico de los tratamientos	51

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.1. Variables de precocidad	52
3.2. Variables de rendimiento	53

3.2.1. Promedio altura de planta y número de tallos por planta en plena floración.....	53
3.2.2. Promedio del peso, número y diámetro ecuatorial de los tubérculos en plena floración	54
3.2.3. Características de productividad y calidad de los tubérculos cosechados en plena formación de bayas, madurez fisiológica y madurez de cosecha	56
3.2.4. Rendimiento según los tiempos de cosechas	59
3.3. Materia seca	64
3.4. Merito económico de los tratamientos	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	70
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Componentes nutricionales de la papa, rango y media.....	10
Tabla 1.2. Condiciones de temperatura y humedad relativa para un óptimo curado.....	30
Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014 - 2015.....	38
Tabla 2.2. Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento. Manallasacc, 3520 msnm. Chiara.....	40
Tabla 2.3. Descripción de los tratamientos en estudio de los diferentes tiempos de corte.....	41
Tabla 2.4. Categoría comercial de los tubérculos cosechados.....	50
Tabla 3.1. Rango de los estados fenológicos de la planta de papa variedad Yungay Manallasacc 3520 msnm.....	52
Tabla 3.2. Promedio altura de planta y el número de tallos por planta en el muestreo realizado a la plena floración. Manallasacc 3520 msnm...	53
Tabla 3.3. Muestreo preliminar en plena floración: peso, número tubérculos, diámetro de tubérculos, desviación estándar y el rango. Manallasacc. 3520 msnm.....	54
Tabla 3.4. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en corte de follaje en plena formación de bayas (kg.ha ⁻¹) a los 140 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	56
Tabla 3.5. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en corte de follaje en madurez fisiológica (kg.ha ⁻¹) a los 160 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	57
Tabla 3.6. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en madurez de cosecha (kg.ha ⁻¹) a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	58
Tabla 3.7. Análisis de variancia del rendimiento en las diferentes categorías y tiempos de cortes de follaje. Manallasacc 3520 msnm.....	59
Tabla 3.8. Análisis de variancia de la regresión del rendimiento total de tubérculos en los diferentes tiempos de corte del follaje. Manallasacc 3520 msnm.....	62

Tabla 3.9.	Análisis de variancia del contenido de materia seca en los diferentes tiempos cortes de follaje. Manallasacc 3520 msnm...	64
Tabla 3.10.	Merito económico de los tratamientos en función de los costos de producción y utilidad de venta. Manallasacc 3520 msnm, Ayacucho.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Principales componentes bromatológicos del tubérculo de papa ...	8
Figura 1.2. Etapas de crecimiento y desarrollo de tubérculos en la variedad Yungay Manallasacc, 3520 msnm. 2015.....	10
Figura 2.1. Diagrama Ombrotermico: T° vs PP y balance Hídrico - campaña 2014 - 2015.....	39
Figura 2.2. Croquis del campo experimental.....	42
Figura 2.3. Croquis de la parcela o unidad experimental.....	42
Figura 2.4. Maquinaria agrícola para la preparación del terreno con tractor Shangai	44
Figura 2.5. Surcadora para la siembra de papa Manallasacc 3520 msnm...	44
Figura 2.6. Siembra manual de papa cultivar Yungay. Manallasacc 3520 msnm.....	45
Figura 2.7. Segundo aporque (23/01/2015), Manallasacc 2520 msnm.....	46
Figura 2.8. Cosecha papa variedad Yungay 3520 msnm.....	48
Figura 3.1. Prueba de Tukey del rendimiento de tubérculos de las diferentes categorías y los cortes de follaje. Chiara 3520 msnm.....	61
Figura 3.2. Rendimiento total de tubérculos en cortés de follaje a los 140 dds, 160 dds y cosecha a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	63
Figura 3.3. Prueba de Tukey de la materia seca en los diferentes tiempos de cosecha del tubérculo. Manallasacc 3520 msnm.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos descriptivos de altura de planta y número de tallos de 12 plantas en plena floración.....	76
Anexo 2. Datos descriptivos del diámetro del tubérculo del muestro de 5 plantas en plena floración.....	77
Anexo 3. Datos descriptivos del peso del tubérculo del muestro de 5 plantas en plena floración.....	78
Anexo 4. Rendimiento por parcela y hectárea en las diferentes categorías del tubérculo por tratamiento. Manallasacc 3520.....	79
Anexo 5. Materia seca y promedio por tratamientos Manallasacc 3520 msnm	80
Anexo 6. Costo de producción de la papa con corte de follaje a los 140 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	81
Anexo 7. Costo de producción de la papa con corte de follaje a los 160 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	82
Anexo 8. Costo de producción de la papa sin corte de follaje a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm.....	83
Anexo 9. Panel fotográfico.....	84

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Manallasacc, distrito de Chiara de la provincia de Huamanga, entre octubre de 2014 y mayo de 2015. Se aplicó el diseño de bloque completo al azar con 3 tratamientos y 10 bloques, para probar el corte de follaje manual a los 140 y 160 días, un grupo testigo sin corte de follaje, con los siguientes objetivos: a) Determinar el estado fenológico en los diferentes tiempos de corte de follaje del cultivo de la papa. b) Determinar el rendimiento y materia seca de los tubérculos en los diferentes tiempos de corte de follaje. c) Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos estudiados. Los resultados encontrados permiten arribar a las siguientes conclusiones siguientes: el corte de follaje a los 140 días alcanzó un rendimiento promedio de $16549.2 \text{ kg ha}^{-1}$, a los 160 días $26768.5 \text{ kg ha}^{-1}$ y sin corte de follaje a los 190 días se obtuvo $28412.7 \text{ kg ha}^{-1}$; el contenido de materia seca en los tubérculos de plantas sin corte de follaje es de 24.06% frente al corte de follaje a los 160 dds y 140 dds que fue de 22.83% y 17.85% respectivamente ;el corte del follaje en madurez fisiológica a los 160 dds y cuya cosecha es realizada después de 10 días, es la que reporta mayor rentabilidad 207.57 %, la cosecha a los 190 dds es la segunda opción con rentabilidad de 185.60 %.

Palabras clave: Rendimiento, fenología, corte de follaje y rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

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 tercer lugar en cuanto a consumo humano. En producción mundial le sigue al trigo, arroz. A nivel nacional se cultiva en más de 323,000 ha con una producción de 5 300 000 toneladas. A nivel departamental se cultiva en 12 000 ha con un rendimiento promedio de 12 t ha^{-1} , que se encuentra por debajo del promedio nacional. (MINAGRI, 2019).

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.

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 facilitar 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 papa, afectados el patógeno *Phytophthora infestans* Mont de 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 nuestra zona 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.

El departamento de Ayacucho es uno de los lugares de buena aptitud para la producción de papa, además al presente se cuenta con el potencial hídrico que posibilita el cultivo bajo riego es, en esta parte donde se puede incrementar la productividad utilizando variedades de alta producción que con buena dosificación del manejo agronómico se podrá tener éxito en nuestra agricultura de alto riesgo.

Con el presente trabajo de investigación se pretende llenar este vacío tecnológico con la finalidad de acelerar la cosecha de los tubérculos en los diferentes tiempos de corte de follaje, ofreciendo una buena alternativa de comercialización planificada del tubérculo para consumo.

Objetivo general

Conocer el momento oportuno del corte de follaje en el rendimiento de tubérculos de papa del cultivar Yungay. Manallasacc, Chiara a 3520 msnm.

Objetivos específicos

1. Determinar el estado fenológico en los diferentes tiempos de corte de follaje del cultivo de la papa.
2. Determinar el rendimiento y materia seca de los tubérculos en los diferentes tiempos de corte de follaje.
3. Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN DE LA PAPA

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

Hawkes (1967) menciona 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 habría nacido la agricultura más primitiva basada en el cultivo de la papa y otras tuberosas.

1.2. TAXONOMÍA

Egúsquiza (2000) menciona que 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	: <i>Solanum tuberosum</i>
Variedad	: Yungay
Número cromosómico	: $2n = 4X = 48$ cromosomas

1.3. MORFOLOGÍA

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.

1.3.1. 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. La etapa reproductiva es 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.

1.3.2. 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).

1.3.3. 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).

1.3.4. 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.

1.3.5. La hoja

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

1.3.6. La flor

Ezeta (1986) señala 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 óvulo pueden ser modificadas por el ambiente (Variedad, Suelo, Humedad relativa, Temperatura del ambiente, Intensidad de luz, Duración de la luz).

Estrada (2002) 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.

1.3.7. 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 (Egúsquiza, 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.

1.3.8. 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).

1.3.9. 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 calidad 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.

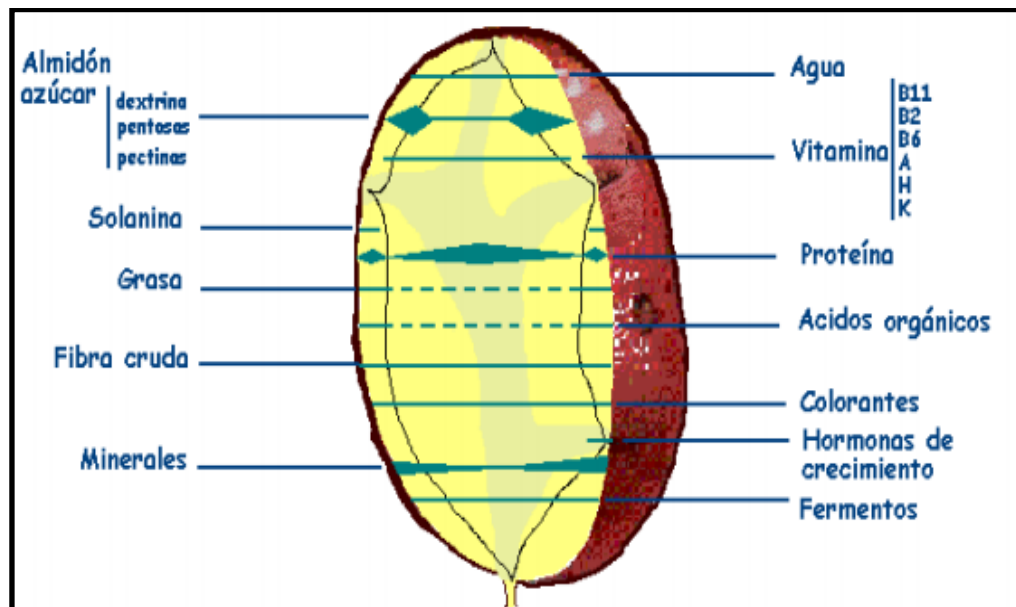


Figura 1.1. Principales componentes bromatológicos del tubérculo de papa

Fuente: Egúsquiza (1987)

1.4. ETAPAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

1.4.1. 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.

1.4.2. 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.

1.4.3. 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 aún 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 solo 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.

1.4.4. 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.

1.4.5. 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 (Dwelle, 1993).

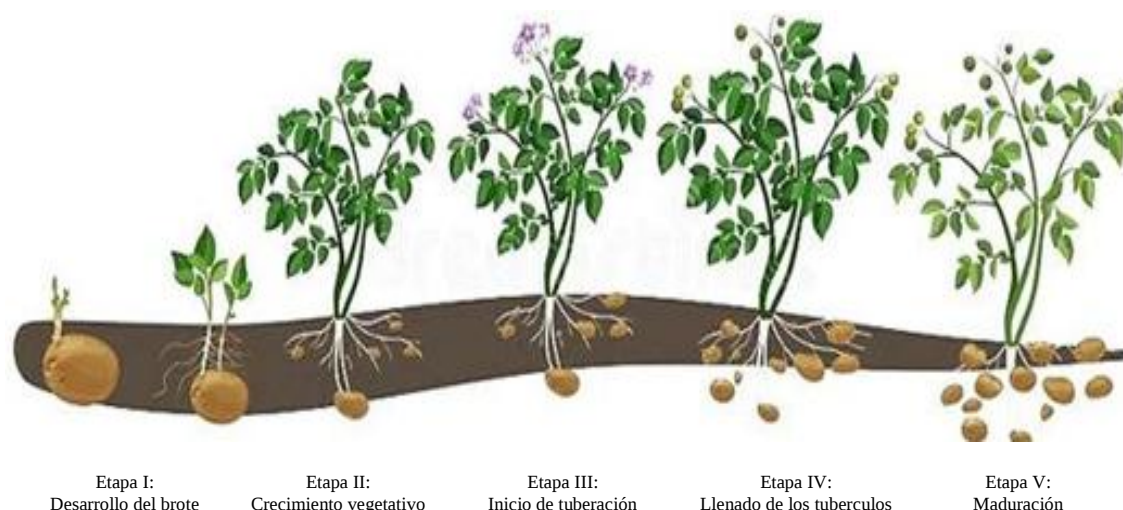


Figura 1.2. Etapas de crecimiento y desarrollo de tubérculos en la variedad Yungay Manallasacc, 3520 msnm. 2015

Fuente: Dwelle (1993)

1.5. VALOR NUTRITIVO

La papa es un tallo subterráneo, succulento, que presenta un alto contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales.

Tabla 1.1. Componentes nutricionales de la papa, rango y media

COMPONENTES	RANGO %	MEDIA
Agua	63.2 - 86.9	75.05
Sólidos totales	13.1 - 36.8	23.7
Proteína(Nitrógeno total + 6.25)	0.7 - 4.6	2
Glicoalcaloides (Solanina)	0.2 – 41	3-10(mg/100gr)
Grasa	0.02 - 0.20	0.12
Azúcares reductores	0.0 - 5.0	0.3
Total Carbohidratos	13.3 - 30.53	21.9
Fibra Cruda	0.17 - 3.48	0.71
Ácidos Orgánicos	0.4 - 1.0	0.6
Ceniza	0.44 - 1.9	1.1
Vitamina C	1 - 54 mg/100gr	10-25(mg/100gr)

Fuente: Egúsquiza (2000)

Pese al bajo contenido proteico de la papa, este tiene un alto valor biológico. Es rico en Lisina, Leucina e isoleucina. Es pobre en metionina y cistina. Presenta un alto contenido de vitamina C, tiamina 5, riboflavina y niacina.

Las papas presentan un contenido en glúcidos, proteínas y energía interna entre los que se observa en frutas, hortalizas y cereales.

En cuanto al tipo de glúcidos las papas se parecen más a los cereales ricos en almidones que en las frutas y hortalizas ricos en azúcares sencillos.

En este sentido, en general el consumo de papa por los diabéticos es más recomendable que el consumo de frutas ricas en azúcares sencillos, esto se debe a que los polisacáridos predominantes en tubérculos y cereales son glúcidos de lenta digestión y absorción (Alcarraz, 2010).

1.6. VARIEDADES

La papa se puede clasificar bajo dos modalidades en su uso, la primera sería la papa consumo y la segunda la papa para la industria. La producción de la papa para consumo está supeditada a la gran siembra que se desarrolla bajo el régimen de lluvia y a la producción de la gran variabilidad de genotipos como: híbridos, variedades nativas. En lo que se refiere a la industria de procesamiento es el no poder contar con una oferta de materia prima en cantidades suficientes y oportunas y de la calidad necesaria, hecho que introduce frecuentemente ineficiencias y sobre costos en el proceso. En épocas de escasez como ya se mencionó, el precio de la papa presenta grandes incrementos con respecto a la época de mayor oferta, viéndose incluso obligada frecuentemente la industria, a pesar de la capacidad de almacenamiento que posee a usar en estas épocas productos de menor calidad (que no cumple con los estándares mínimos exigidos para un adecuado procesamiento). La mayor limitación que enfrenta la industria de procesamiento de la papa en el país, es la no existencia y disponibilidad de variedades que tengan las cualidades externa e interna exigida que las identifican y las hacen distinguibles; el contenido de sólidos totales y de azúcares reductores son igualmente características distinguibles de las variedades y en las que el medio ambiente puede modificar dentro de rangos más o menos variados.

1.7. LA VARIEDAD YUNGAY

Hidalgo (1997) menciona que en los últimos 60 años se inicia el lanzamiento de variedades mejoradas, donde se lanza la primera variedad Renacimiento, que es producto del cruce entre 2 variedades nativas; A partir de la década de los 70 se lanza

las variedades mejoradas productos de un cruce entre una variedad de los programas de mejoramiento del Norte (*tuberosum*) con una nativa: en 1973 (Revolución, Tomasa Condemayta, Yungay), 1977 (Mariva), 1982 (Perricholi), década de los 80 (Cicca y Andina), 1990 (Canchán), y 1993 (Amarilis); El área sembrada de las papas nativas ha disminuido a lo largo de estos años por ser de bajo rendimiento (5-12 t. ha⁻¹) y tardía pero no la diversidad genética.

La variedad Yungay es la única que muestra un alto potencial genético expresado en la producción, las demás variedades son obsoletas por ser susceptibles a enfermedades. Es una papa con una textura muy similar a la papa amarilla pero con una degradación mucho menor, puede mantenerse almacenada por mucho tiempo sin que se descomponga además de ser muy versátil en la cocina tiene un alto potencial productivo en condiciones de sierra, buena tolerancia a factores medio ambientales adversos. Produce buena calidad de fritura en el caso de “papa en tiras” o en “papa para pollerías”. Los tubérculos son blancos cremosos, ojos semi profundos y pulpa amarillenta, se adapta en costa y sierra. Planta de porte vigoroso: flores rojos violáceas abundante fructificación (Egúsquiza, 2000).

La papa Yungay, variedad liberada por el programa de papa de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM) en 1971. Se caracteriza por su forma oval chata, piel amarillenta con pigmentación rojiza en sus ojos superficiales. El color de su pulpa también es amarillento. Posee un período vegetativo tardío (6 - 7 meses), es tolerante a la racha. Buena calidad comercial (Egúsquiza, 2000).

1.8. CONDICIONES PARA LA SIEMBRA

1.8.1. Condiciones del clima

Las condiciones climáticas nos van a permitir decidir sobre el ciclo más conveniente, para programar la época de siembra basándonos en el periodo histórico de heladas extremas. La producción y el contenido en materia seca de las papas son resultado de la fotosíntesis y de las pérdidas por respiración. (Moreno, 1999)

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 danos 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.

1.8.2. 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.

Guerrero (1990) menciona que 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.

1.8.3. 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 esta ciega, vieja y desbrotada (Egúsquiza, 2000).

1.9. 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 (1990) 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.

1.9.1. Rol de las fuentes de fertilización

Guerrero (1990) manifiesta lo siguiente:

a) 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.

b) Fósforo

Los fosfatos se pueden aplicar al momento de la siembra, porque 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.

c) 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.

1.10. LABORES CULTURALES

OIA (2004) reporta 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).

1.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES

FAO (1995) menciona 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:

1.11.1. Plagas

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

Son insectos pequeños con cuerpo negro o marrón oscuro brillante, sus patas traseras son grandes y robustas lo que les permite dar saltos a manera de la pulga doméstica. 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).

b) Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*)

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, rastrojos cerca al cuello de las plantas.

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

c) 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).

d) 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).

1.11.2. Enfermedades

a) Tizón Tardío o *Rancha* (*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).

b) Marchitez Bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)

La marchitez generalmente comienza unilateralmente, afectando solo folíolos 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).

c) 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).

d) 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)

1.12. 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 esté seco y los tubérculos no se peleen 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.

1.13. 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) 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 80 mm.

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 lanco 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:

- Tamaño y forma de los tubérculos.
- Daños y deformaciones.
- Contenido de materia seca.
- Contenido de azúcares reductores.
- Ennegrecimiento enzimático.
- Ennegrecimiento no enzimático.

1.13.1. 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 INIAP (1997) el tamaño adecuado para elaborar papa en hojuela "chips", debe ser entre 4 a 6 cm. 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 medioambientales 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.

1.13.2. 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 periodo 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).

1.13.3. 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 resultarían 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. Existen 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).

1.13.4. 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; este 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, más 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).

1.13.5. 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).

1.13.6. 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).

1.13.7. Otros

a) 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).

b) 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 estas 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).

c) 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).

d) Salubridad

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

1.14. 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).

1.14.1. 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 translocación 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 "tuberización". 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)

1.15. 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.

Tabla 1.2. Condiciones de temperatura y humedad relativa para un óptimo curado

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

Fuente: Kasmire, 1985

- 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 (tabla 1.2). 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. Usar guantes para evitar heridas.

1.16. EL CURADO, INFLUENCIA DEL CORTE DE FOLLAJE EN LA CALIDAD DE LOS TUBÉRCULOS

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.

Los principales azúcares que contiene la papa son sacarosa, glucosa y fructuosa, el primero de los cuales no es reductor. Por lo tanto, no afecta la calidad de los productos Industriales obtenidos de la papa, la cual si deterioran los azúcares reductores (Hernández, 1992).

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 este 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.

1.17. LA COSECHA EN EL PERÚ

Villagómez (2012) indica que el escarbo en el Perú, es una labor final y consiste en recoger y retirar del campo los tubérculos maduros de papas. Están expresan características típicas en color, tamaño, turgencia y sanidad según los cultivares. Es vital conocer la variedad (clon) por cosechar, por su periodo vegetativo, su uso y finalidad para su pronta movilización.

1.17.1. Época de cosecha

En nuestro país generalmente sembramos y cosechamos todo el año. En la sierra sin embargo, se cosecha desde enero a julio y en la costa de julio a diciembre.

1.17.2. Determinación del momento de la cosecha

Una de las formas de determinar el momento de la cosecha es por muestreo de plantas al azar para medir objetivos esperados (semillas consumo) de la campaña debido al muestreo tenemos:

- Peso total de tubérculos por planta en Kg.
- Peso de tubérculos por categorías: 1era, tubérculo mayor a 120 gr; 2da, entre 60 y 120 y 3ra tubérculo menor a 60 gr.
- Cuando ha transcurrido en forma normal el tiempo o ciclo vegetativo correspondiente (4 -7 meses), habrá un cambio de color del follaje uniforme, de verde a amarillo y luego marrón. La presencia de estrés biótico (plagas) y abióticos (lluvias - heladas). También determinan el momento de la cosecha.

1.17.3. Formas de cosecha

Existen muchas formas de cosecha, según la región o zonas productoras y disponibilidad de recursos, etc. y teniendo presente alcanzar eficiencia sin causar deterioros o gastos extras.

a) A mano

Forma de común o conocida, consiste en efectuar el desaporque dejando al descubierto los tubérculos para recogerlos con las manos. El implemento que ayuda puede ser la palana, trinchas o barretas.

Esta forma de cosecha se practica en costa, sierra y ceja de selva, en terrenos planos, en laderas, para consumo, para semilla. Como todo, tiene sus ventajas y desventajas en la mano de obra, sanidad y el tiempo.

b) Con apoyo de animales de tiro

En esta forma de cosecha, la fuerza o tracción la aportan los animales. En la sierra generalmente son un par de bueyes (toros), los mismos que usan un yugo, una taclla de madera que finalmente pondrá al descubierto los tubérculos. En la cosecha operan los animales pasando dos veces, primero para tumbar el camellón por el costillar y segundo para poner al descubierto los tubérculos por el lomo del camellón.

c) Semi-mecanizada

Consiste en cosechar las papas con la ayuda de un tractor agrícola que engancha o jala un implemento agrícola llamado cosechadora de cadena o reja ancha desaporcadora. Cualquiera sea el implemento utilizado el objetivo es poner los tubérculos al descubierto o sobre el suelo para ser recogidos. En la sierra este método será posible si el terreno lo permite.

d) De tubérculos - semilla

Conocido como cosecha de semilleros, podemos ir controlando el tamaño ideal del tubérculo para semillas, luego se puede proceder al corte de follaje. Transcurridos 10 - 15 días después del corte del follaje se retira toda la broza, el campo debe estar limpio de posibles focos infecciosos y se procede a la cosecha. Recuerde que la piel debe adherirse a la pulpa de la papa, antes de la cosecha verifique:

- Plantas maduras y limpias de rastrojos.
- Cargadores, recogedores y seleccionadores.
- Tener un ramadal para juntar la cosecha.
- Mantadas, costales o jabas.
- Bueyes (yunta) o tractor agrícola con sus implementos.
- Transporte para sacar la cosecha al mercado o almacén.

e) Selección

Los tubérculos que se cosechan para semilla no tienen por qué retirarse del campo inmediatamente (verdeo), se recogen en mantadas y costales para ser trasladadas a las rumas y proceder a la selección por categorías y sanidad.

f) Cosecha para semilla, deberá tener cuidado con

- Selección por tamaño y sanidad desde el momento que aparecen al paso de la cosechadora.
- Se separan los tubérculos sospechosos o enfermos.
- Se reselecciona frecuentemente en almacén cuando se nota algún problema o deterioro.

g) Cosecha para consumo fresco se debe proceder

- Los tubérculos cosechados quedan a flor del terreno.
- Los seleccionadores del mayorista o acopiador seleccionan y ensacan en costales de 90-120 Kg. según las indicaciones del comprador en chacra.
- El ensacado se termina poniendo en una malla de cabeza exhibiendo los tubérculos más grandes y atractivos en forma y tamaño.
- Entra en la chacra el camión del mayorista con su balanza.
- El cargador toma una bolsa llena, se pesa en la balanza y “trepa” al camión, acomodando el costal con papas.
- El camión repleto de sacos abandona el campo con dirección al mercado

h) Familiar

Cumple una función social primeramente y luego será la económica porque más se piensa en el autoconsumo que vender para el mercado, además participa toda la familia, los amigos y los desconocidos.

Todos los presentes cumplen labores diferentes en esta cosecha, desde los desaporcadores, cosechadores, seleccionadores, etc. Terminada la cosecha se paga los jornaleros figurativamente con los mejores tubérculos, luego empieza un festejo familiar para que el próximo año sea mejor.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro poblado de Manallasacc del distrito de Chiara en la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho a 3520 msnm. En las coordenadas geográficas 13° 46' 44'' latitud sur y 73° 40' 09'' longitud oeste.

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El centro poblado de Manallasacc se encuentra en la zona sur de la ciudad de Ayacucho caracterizado como una Región alto andina con topografía llana; de precipitación anual que varía de 600 mm a 1000 mm por año; siendo los meses de mayo hasta setiembre los meses de escasa precipitación y de temperaturas frías que llegan a valores por debajo de 0°C en los meses de junio, julio y agosto. Los meses de diciembre a marzo son los más lluviosos. La temperatura promedio anual de esta zona se encuentra en un valor de 09°C; presentándose valores extremos de - 5°C en los meses de junio, julio y agosto (Proyecto CACHI, Chiara) en la campaña donde se condujo el experimento se presentó un promedio de la temperatura máxima de 19.64°C con una temperatura mínima promedio anual de 1.38°C. La precipitación total anual fue de 684.90 mm. Los valores mostrados son los adecuados para el cultivo de la papa que se condujo exclusivamente bajo el régimen de lluvias.

El Ministerio de Agricultura y Riego (2014) explica que la papa alcanza su máximo crecimiento y desarrollo entre 15 a 18°C. La formación de estolones y tubérculos es más exigente y requiere de 4 a 8°C para las papas indígenas.

El rendimiento promedio nacional es de 13.3 t ha⁻¹. En costa el promedio alcanza a 25 t ha⁻¹. Esto también depende de la variedad de papa, niveles de fertilización y condiciones de riego. El cultivo de la papa se ve favorecido por la presencia de temperaturas mínimas ligeramente por debajo de sus normales y máximas ligeramente superiores en el período de tuberización.

Aunque hay diferencias de requerimientos términos según la variedad de que se trate, podemos generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. En el caso de las papas andinas las temperaturas mínimas son menores.

La temperatura media óptima para la tuberización es de 10 a 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. Las consecuencias negativas de las altas temperaturas diurnas y nocturnas adquieren visos de verdadero dramatismo en el norte de nuestro país cuando aparece el Fenómeno del Niño, en que las altas temperaturas tanto diurnas y nocturnas provocan ausencia total de tubérculos. Siempre, pues, debe haber alternancia de temperaturas diurnas y nocturnas para una buena tuberización.

Basantes (2010) manifiesta que las temperaturas mayores a 35°C trae como consecuencia la detención del crecimiento en el cultivo de la papa, hay mayor pérdida de agua de la normal o de la que aprovecha y el proceso de respiración es mayor a la fotosíntesis, por lo que la planta seguirá gastando fotoasimilados en la respiración, hasta agotarlos y producirá la muerte. De ahí que el efecto de la temperatura en el crecimiento es muy importante considerar, para determinar las zonas de cultivo de una especie.

Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014 - 2015

Distrito: Chiara

Provincia: Huamanga

Departamento: Ayacucho

Estación: Chiara

Altitud : 3520 msnm

Año: 2014 - 2015

MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	20,10	18,90	19,30	19,60	19,90	19,60	18,60	19,80	19,20	19,80	20,10	20,80		19,64
T° Mínima (°C)	3,56	2,86	2,22	1,86	0,11	2,40	1,80	-0,74	-0,20	0,60	0,90	1,20		1,38
T° Media (°C)	11,83	10,88	10,76	10,73	10,01	11,00	10,20	9,53	9,50	10,20	10,50	11,00		10,51
Factor	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,48	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96		
ETP(mm)	56,78	53,96	51,65	53,22	49,62	49,28	50,59	45,74	47,12	48,96	52,08	54,56	613,58	1,12
Precipitación (mm)	26,50	45,10	61,40	95,90	127,50	134,50	122,00	42,90	12,80	0,00	0,00	16,30	684,90	
H del suelo (mm)	-30,28	-8,86	9,75	42,68	77,88	85,22	71,41	-2,84	-34,32	-48,96	-52,08	-38,26		
Déficit (mm)	-30,28	-8,86						-2,84	-34,32	-48,96	-52,08	-38,26		
Exceso (mm)			9,75	42,68	77,88	85,22	71,41							

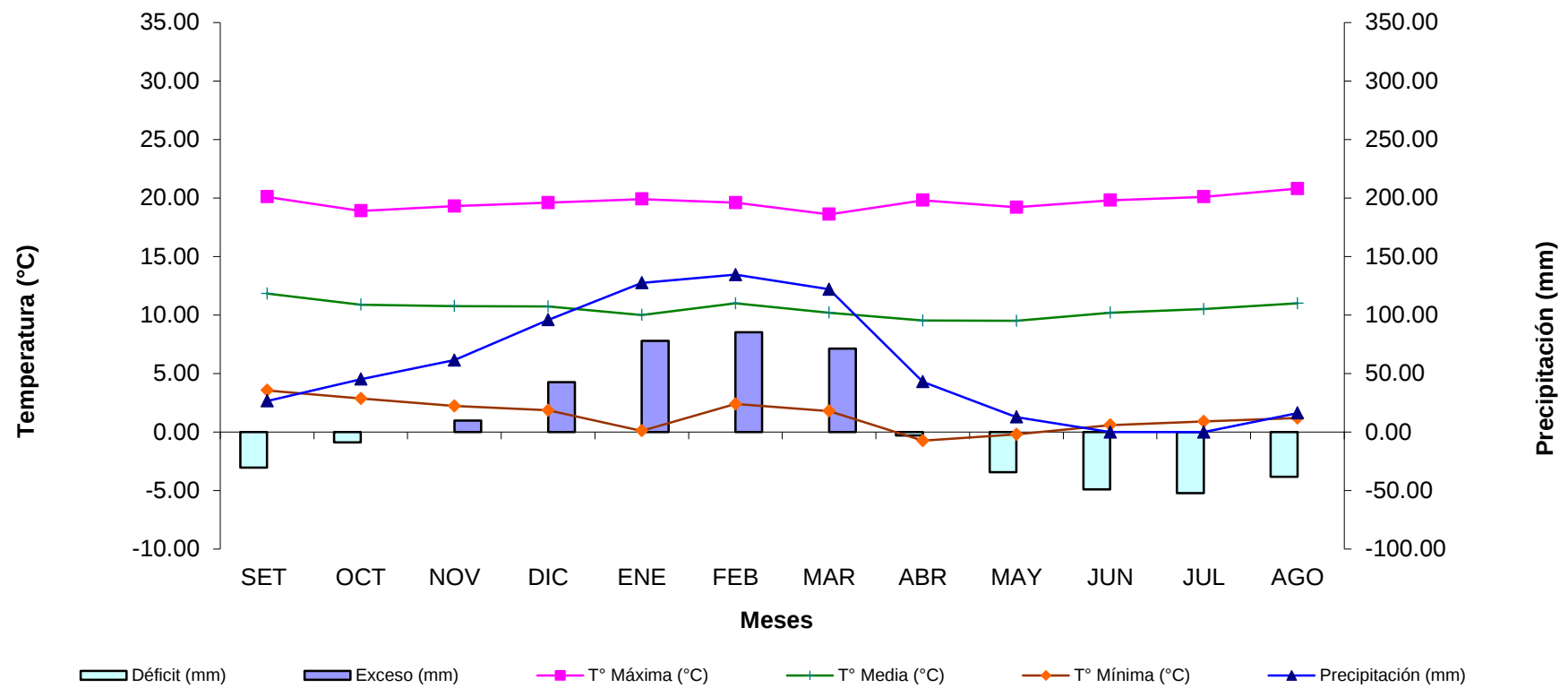


Figura 2.1. Diagrama Ombrotermico: T° vs PP y balance Hídrico - campaña 2014 - 2015

2.3. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO

Para el análisis del terreno experimental se tomaron muestras de 30 cm. 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.

Tabla 2.2. Características físicas y químicas del suelo donde se instaló el experimento.
Manallasacc, 3520 msnm. Chiara

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpretación según Ibáñez y Aguirre
pH		5.8	Potenciometria	Acido
M.O	(%)	0.83	Walkley Black	Bajo
N-Total	(%)	0.24	Kjeldahl	Bajo
P-Disp	(ppm)	17.25	Bray-kurtz	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetria	Alto
Arena	(%)	43.6		
Limo	(%)	20.9	Hidrometro	
Arcilla	(%)	35.5		
Clase Textual				Franco – Arcilloso

A base de los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 5.8, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de papa; según Egúsquiza (2000), el pH oscila de 5.5 a 7.5. Aunque tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0 (Ibáñez y Aguirre 1983).

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 (Ibáñez y Aguirre, 1983).

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcilloso es óptima para el cultivo de la papa, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiados arenosos pueden provocar una escasez hídrica (Egúsquiza, 2000).

2.4. ORGANIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las unidades experimentales recibieron un abonamiento según la extracción del cultivo de papa para 20000 kg tubérculo: 150 N, 120 P₂O₅, 180 K₂O. (Guerrero, 1990) Además se incorporó 2000 kg/ha de Gallinaza.

2.4.1. Tratamientos

Tabla 2.3. Descripción de los tratamientos en estudio de los diferentes tiempos de corte

Trat.	Descripción
T1	Corte del follaje en plena formación de bayas 140 dds (cosecha después de 10 días del corte)
T2	Corte follaje en madurez fisiológica 160 dds (cosecha después del 10 días del corte)
T3	Sin corte del follaje 190 dds (práctica común)

2.4.2. Aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo

- El primer abonamiento a la siembra del cultivo (70 kg. ha⁻¹)
- El segundo abonamiento al aporque (80 kg. ha⁻¹)

2.4.3. Características del campo experimental

a) Bloques

- Número de bloques = 10
- Largo de bloques = 10.10 m
- Ancho de bloques = 3.50 m

b) Unidad experimental (parcela)

- Número de parcelas por bloque = 03
- Número total de parcelas = 30
- Largo de parcelas = 2.7 m
- Ancho de parcela = 3.5 m
- Área de parcela = 9.45 m²
- Número de surcos = 3.0
- Distancia entre surcos = 0.90 m

c) Calles

- Ancho de las calles verticales = 1.00 m
- Ancho de las calles horizontales = 1.00 m

2.4.4. Croquis del campo experimental

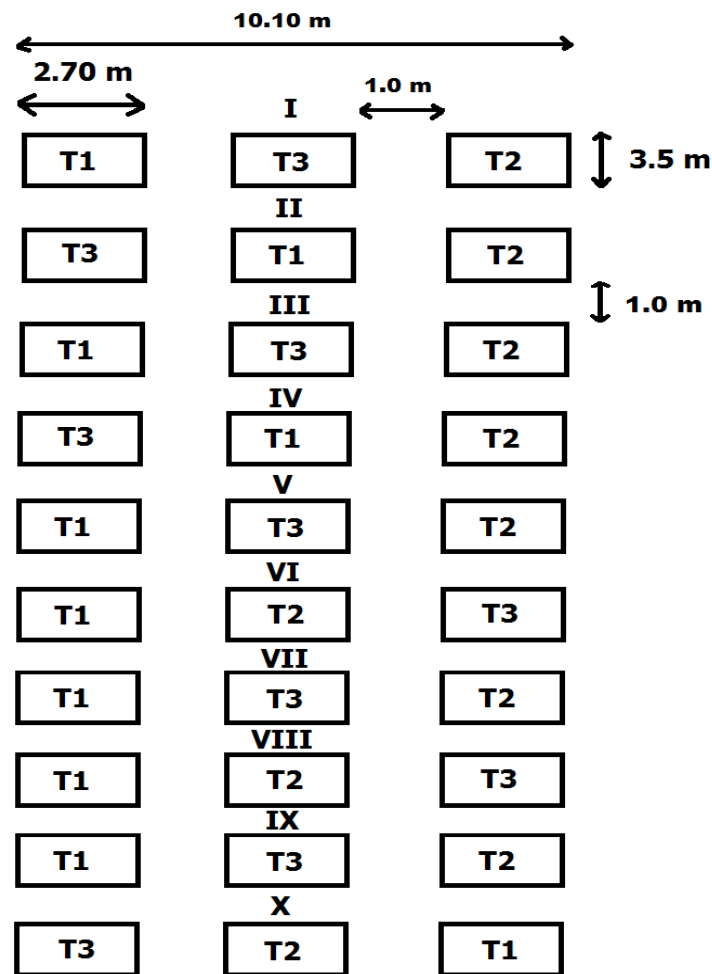


Figura 2.2. Croquis del campo experimental

2.4.5. Croquis de la parcela o unidad experimental

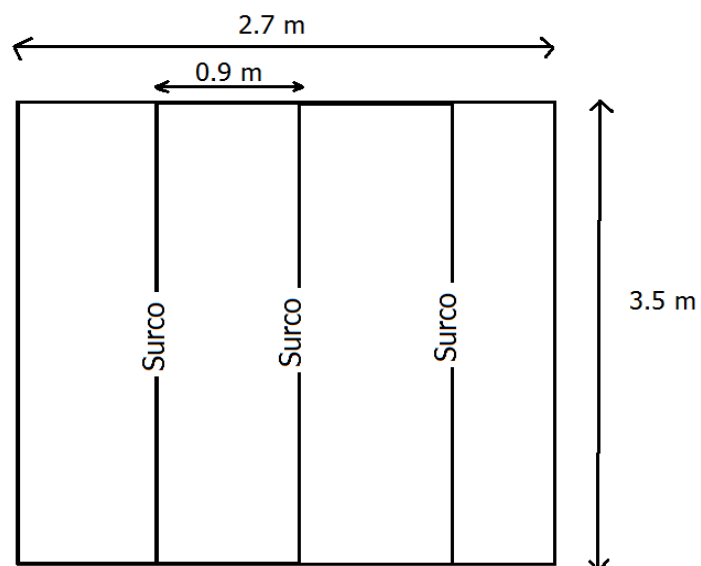


Figura 2.3. Croquis de la parcela o unidad experimental

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (D.B.C.R) con 3 tratamientos y 10 bloques. En los parámetros de precocidad se utilizaron medidas descriptivas como el rango para definir el tiempo de un determinado estado fenológico y en los parámetros de rendimiento se utilizó los análisis de variancia del modelo utilizado. Además se aplicó la técnica de la regresión para relacionar los diferentes tratamientos con el rendimiento del tubérculo.

2.6. MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación cualesquiera

μ = promedio general

T_i = efecto de los tratamientos

β_j = Efecto de bloques

ϵ_{ij} = error experimental

2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.7.1. Preparación del terreno

Se realizó el 18/10/2014, para la preparación del terreno, se utilizó arado y rastra empleándose un tractor agrícola, esto con la finalidad de tener el terreno en las mejores condiciones para que la semilla encuentre el ambiente óptimo para su emergencia, crecimiento y desarrollo.

2.7.2. Estacado y demarcación del terreno

Se realizó el 20/10/2014, para el estacado se empleó estacas de madera de 0.40 m de largo y un diámetro de 0.10 m, se utilizó wincha de 50 m, la demarcación de las calles y parcelas se efectuó con yeso.



Figura 2.4. Maquinaria agrícola para la preparación del terreno con tractor Shangai

2.7.3. Surcado

El surcado se realizó el 20/10/2014. Los surcos se distanciaron a 0.90 m y una profundidad de 0.25 m aproximadamente.



Figura 2.5. Surcadora para la siembra de papa Manallasacc 3520 msnm

2.7.4. Siembra

La siembra se efectuó en surcos distanciados a 0.90 m; las semillas fueron depositadas en el fondo del surco en golpes entre plantas de 0.50 m, se procedió al tapado de

semilla, esta operación se hizo manualmente con ayuda del pico, la fecha de siembra fue el 25/10/2014.



Figura 2.6. Siembra manual de papa cultivar Yungay. Manallasacc 3520 msnm

2.7.5. Fertilización

Al momento de la siembra se hizo una fertilización de fondo, incorporando según el análisis de suelo y requerimiento del cultivo, se usó la siguiente formula de abonamiento 150 – 120 – 180 de NPK. Como fuente de fertilizante se usaron: urea agrícola (46 % N), fosfato di-amónico (46 % P_2O_5 y 18 % N) y cloruro de potasio (60 % K_2O). Se aplicó la mitad de la mezcla de urea agrícola (75 kg ha^{-1}), todo de fosfato di-amónico y todo de cloruro de potasio al momento de la siembra en golpes entre tubérculos luego se procedió al tapado del surco con el uso del azadón. La otra mitad de urea agrícola se aplicó en el segundo aporque (75 kg ha^{-1}). A la siembra se adicionó 2000 kg ha^{-1} de gallinaza.

2.7.6. Riegos

El experimento se condujo exclusivamente bajo el régimen de lluvias, el crecimiento y desarrollo del cultivo no existió problemas con la necesidad de agua, (Tabla 2.1) en el que hubo adecuado valores de precipitación para el desarrollo del cultivo, durante los meses de crecimiento vegetativo y tuberización. Esto determinó el rendimiento adecuado del cultivo de la papa.

2.7.7. Deshierbo

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo, se realizó un deshierbo a los 30 dds en forma manual, cuando el 100 % de las plantas brotaron a la superficie del suelo (24/11/2014)

2.7.8. Aporques

El aporque se efectuó en forma manual con azadones, la tierra se amontonó sobre el cuello de la planta para evitar que los estolones emerjan del suelo y eliminar la competencia de malezas. El primer aporque se realizó a los 60 dds (24/12/2014) y el segundo aporque a los 90 dds (23/01/2015) este aporque fue una labor de mayor envergadura porque se trata de impedir la salida a la superficie de los estolones que se encuentran muy desarrollados.



Figura 2.7. Segundo aporque (23/01/2015), Manallasacc 2520 msnm

2.7.9. Control fitosanitario

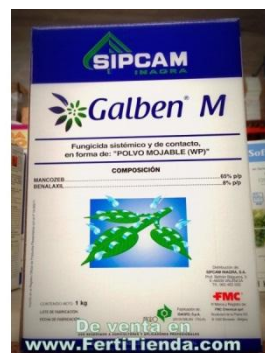
Las semillas fueron tratadas para evitar el ataque de plagas en el brotamiento, así también se aplicó un insecticida para control de plagas a los 30 dds (24/11/2014). El control de las enfermedades se efectuó en forma preventiva durante el periodo vegetativo y reproductivo a los 40 dds (04/12/2014), 70 dds (03/01/2015), 120 dds (22/02/2015). Para evitar el ataque de insectos masticadores de las hojas nuevamente se aplicó un insecticida a los 80 dds (13/01/2015). Los productos utilizados se muestran a continuación.

Insecticida



Mochila de 15 L (15 ml)

Fungicida



Mochila de 15 L (38 g)

2.7.10. Muestreo de plena floración

El cultivo muestra una gran uniformidad por el cual es muestreo fue al azar, efectuándose en plena floración e inicio de formación de bayas con el fin de observar la formación de tubérculos. Esta labor se realizó a los 120 dds (22/02/2015).

2.7.11. Primer corte del follaje

El primer corte del follaje se efectuó cuando el cultivo se encontraba en plena formación de bayas e inicio de formación de tubérculos a los 140 dds (14/03/2015) y su cosecha se realizó a los 150 dds (24/03/2015). El procedimiento antes de la madurez fisiológica.

2.7.12. Segundo corte del follaje (madurez fisiológica)

El segundo corte del follaje se efectuó cuando el cultivo se encontraba en madurez fisiológica (cambio de color en la biomasa) a los 160 dds (03/04/2015) y su cosecha se realizó a los 170 dds (13/04/2015).

2.7.13. Cosecha (madurez de cosecha)

Se realizó de acuerdo a la madurez de cosecha que alcanzó cuando el tubérculo tenía la epidermis suberizada que permitía el manipuleo, además la planta se encontraba senescente. Esta labor se efectuó el 03/05/2015 a los 190 dds.



Figura 2.8. Cosecha papa variedad Yungay 3520 msnm

2.8. VARIABLES DE EVALUACIÓN

2.8.1. Caracteres de precocidad

- **Brotamiento (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de tubérculos hayan brotado por encima de la superficie, esta evaluación se realizó en cada parcela experimental.

- **Formación de estolones (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas iniciaron con la formación del tubérculo.

- **Inicio de formación de tubérculos (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas tuvieron más del 50 % de botones florales.

- **Floración (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las flores extendidas.

- **Formación de bayas (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de plantas presentaron bayas formadas.

- **Madurez fisiológica (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% alcanzaron una masa total del tubérculo, pero aún están “pelonas”.

- **Madurez de cosecha (dds)**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas estén senescentes y los tubérculos con la cáscara bien suberizada, listos para su comercialización.

2.8.2. Caracteres de rendimiento en floración

- **Altura de planta (m)**

Los datos de la altura de la planta se tomaron antes del corte del follaje para la cosecha, con una wincha, desde el cuello del tallo principal hasta el ápice terminal, en 12 representativas en plena floración por cada tratamiento.

- **Número de tallos por planta (tallos)**

De las 12 plantas del paso anterior se evaluó el número de tallos por planta.

- **Número de tubérculos/planta (tub/pta)**

Se realizó en el momento de la floración, se contó el número de tubérculos en 5 plantas del surco central de cada parcela.

- **Peso de tubérculo/planta (kg/pta)**

De las 5 plantas del paso anterior se pesaron los tubérculos de cada planta.

- **Diámetro ecuatorial de los tubérculos por planta**

Se realizó en el momento de la floración para lo cual se tomaron 5 plantas por tratamiento, se efectuó la medida del tubérculo con un vernier que corresponde a la parte media perpendicular a su longitud, las cuales fueron expresados en centímetros.

2.8.3. Categoría y rendimiento de los tubérculos cosechados

- **Categoría comercial de tubérculos cosechados**

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.

Tabla 2.4. Categoría comercial de los tubérculos cosechados

Variedad Yungay	Diámetro ecuatorial	Peso del tubérculo
Extra	≥ 8.4 cm	≥ 350 g
Primera	6.0 – 8.3 cm	200 – 349 g
Segunda	4.7 - 5.9 cm	86– 199 g
Tercera	3.5 – 4.6 cm	50 – 85 g
Cuarta	2.9 – 3.4 cm	20 – 49 g

Fuente: Elaboración propia para la variedad Yungay

- **Rendimiento por hectárea ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)**

El rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, se obtuvo pesando todos los tubérculos de cada tratamiento obtenidos por bloque y se calculó mediante la siguiente relación matemática.

$$R = \text{PCP} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ANC m}^2}$$

Dónde:

R = Rendimiento en kg/ha

PCP = Peso de campo por parcela en kg

ANC = Área neta cosechada en m^2

2.8.4. 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 Programa de Investigación de Cultivos Alimenticios. Para tener una idea completa de la evolución de la materia seca del tubérculo se obtuvieron muestras de tubérculos del experimento cosechados a corte 140 días, cosecha a los 150 días; corte a 160 días, cosecha 170 días y 190 días.

2.8.5. Merito económico de los tratamientos

Para obtener el mérito económico se calculó el índice de rentabilidad (IR) económica de los tratamientos estudiados con los datos de la utilidad bruta y el costo de producción.

$$IR = \frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Costo de producción}}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1. Rango de los estados fenológicos de la planta de papa variedad Yungay Manallasacc 3520 msnm

Tratamiento	Brotamiento dds	Formación de estolones dds	Inicio formación de tubérculos dds	Floración dds	Formación de bayas dds	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
Corte de follaje a 140 dds	15-20	40-45	60-75	80-120	140	160	150
Corte de follaje a 160 dds	15-20	40-45	60-75	80-120	140	160	170
Sin Corte de follaje	15-20	40-45	60-75	80-120	140	160	190

La tabla 3.1 muestra los rangos en días después de la siembra de los diferentes estados fenológicos del cultivo de la papa Yungay, similares para los tres tratamientos, pero los periodos de madurez fisiológica y madurez de cosecha son diferentes, debido al manejo agronómico que consistió en los cortes de follaje a los 140 dds y 160 dds.

En esta variedad Yungay el brotamiento ocurre entre los 15 - 20 días después de la siembra; la formación de estolones, entre los 40 y 45 días; el inicio de la formación de tubérculos, entre los 60 y 75; la floración, entre 80 y 120 días; la formación de bayas a los 140 días; mientras que la madurez fisiológica se da a los 160 días después de la siembra.

El periodo de madurez de cosecha de la variedad en estudio, ocurre a los 190 días; sin embargo, es posible adelantar la cosecha a los 150 y 170 días, cuando se efectúa el corte de follaje.

El periodo de madurez fisiológica, coincide con el reporte de Egúsquiza (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 trabajo de investigación, puesto que con el corte de follaje de manera manual a los 140 días y cosecha diez días después, se encontró un 70% de tubérculos con la epidermis suberizada. El corte de follaje a los 160 días y cosecha diez días después, presenta un 90% de tubérculos con epidermis suberizada. En la cosecha a los 190 días, sin corte de follaje se obtuvo 95 % de tubérculos maduros con cascara suberizada.

Milton (2016) indica que la variedad Yungay estará listo para ser cosechado, cuando la piel del tubérculo se haya endurecido (suberizado), lo que ocurre de 10 a 15 días después del corte de follaje a la madurez fisiológica. Se podría hacer un muestreo, desenterrando algunos tubérculos, frotándolos con los dedos, si la piel no se pela, quiere decir que la suberización está completa.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Promedio altura de planta y número de tallos por planta en plena floración

Tabla 3.2. Promedio altura de planta y el número de tallos por planta en el muestreo realizado a la plena floración. Manallasacc 3520 msnm

Característica	N	Altura Planta (m)	N° tallos/tubérculo
Promedio	12	1.30	3.33
D. Estándar	12	0.09	0.65
C.V.	12	7.0 %	19.5 %
Rango	12	1.10 - 1.40	2 – 4

La tabla 3.2 indica los resultados a la evaluación, efectuada a los 120 días después de siembra, en plena floración del cultivo. La altura de planta presenta una gran homogeneidad, el coeficiente de variación indica esta regular uniformidad, en cuanto al número de tallos por tubérculo se observa gran variación, resultado mostrado también en el rango que va de 2 a 4 tallos por tubérculo, En este estado el crecimiento cuantitativo de la planta se detiene.

Egúsquiza (2000) reporta a la variedad Yungay como un cultivar vigoroso que alcanza alturas de planta de 1.20 a 1.80 m, dependiendo del ambiente y el manejo agronómico que se le proporcione; el crecimiento vegetativo de la planta finaliza y se inicia la tuberización. La altura de la planta obtenida en el presente experimento es similar a lo mencionado por el autor.

El tamaño o porte aéreo de la planta, depende de la variedad que influye en la longitud del tallo, número de ramas y duración del crecimiento, además de la disponibilidad de nutrientes, agua y de la temperatura.

El número de tallos por tubérculo, según la variedad utilizada es de 3 a 4 tallos demostrando que la variedad Yungay es un cultivar vigoroso, adaptado a condiciones de sierra alta y de alta rusticidad (Egúsquiza, 2000).

Mamani y Ledent (2014) indican que la variedad Yungay y Waych'a, son las menos sensibles a la sequía temprana en su rendimiento, altura de planta, número de entrenudos, número de ramas y las otras variables estudiadas y Desirée es la más sensible. La susceptibilidad a la sequía del número de ramas. La altura de planta en la variedad Yungay llegó a 130 cm. Este resultado concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de la variedad en estudio, este cultivar responde a altos niveles de abonamiento fosfórico en respuesta a la altura de planta, variable de gran importancia en la formación de biomasa fotosintética.

3.2.2. Promedio del peso, número y diámetro ecuatorial de los tubérculos en plena floración

Tabla 3.3. Muestreo preliminar en plena floración: peso, número tubérculos, diámetro de tubérculos, desviación estándar y el rango. Manallasacc. 3520 msnm

N° Plantas	Peso (g)	N° Tubérculos	Diámetro		
			$\bar{X}$	$\bar{S}$	Rango
1	250	10	3.43	0.715	2.5 - 4.2
2	262	12	3.33	0.876	2.2 - 4.5
3	248	11	3.57	0.762	2.4 - 4.7
4	255	11	3.56	0.645	2.2 - 4.5
5	185	9	2.61	0.779	1.5 - 3.8

Para conocer las características biométricas de los tubérculos en esta fase fenológica. Los resultados reportados fueron obtenidos de una muestra de 5 plantas en pleno desarrollo de la fase mencionada. Solo se presenta la estadística descriptiva de la muestra para conocer el desarrollo y homogeneidad del cultivo. En el estado de plena floración.

En la fase fenológica de plena floración, los tubérculos se incrementan en número y también se encuentran en aumento de su diámetro, así como el peso respectivo. En este estado las plantas presentan gran variación en las variables mostradas en la tabla 3.3. El número de tubérculos está en un rango de 9 a 12, el diámetro ecuatorial de los tuberculillos se encuentra entre 1.5 a 4.7 cm y con un rango del peso de tubérculos por planta de 185 a 262 g. Esta variación es la respuesta a la transformación de estolones en tubérculos que es trascendental en fisiología de la planta entera, porque los tubérculos en desarrollo se convierten posteriormente en los receptores de fotoasimilados y serán reservas de mayor actividad y tamaño. Durante las primeras etapas de formación de tubérculo los estolones alteran su hábito de crecimiento, mostrando un cese de elongación y la iniciación de expansión radial. Al aumento de división celular y de expansión los reemplazan rápidamente una masiva deposición de proteínas, de almidón y de azúcares como resultado de la expresión coordinada de genes implicados en la biosíntesis de almidón y proteínas (Jackson, 2008).

Aldabe y Dogliotti (2001) indica que al iniciar la tuberización cesa el crecimiento en longitud y se ensancha la región sub-apical del estolón. En el inicio se agranda solamente la región sub-apical de la punta del estolón. El crecimiento involucra solamente un internodio, luego se incorpora un segundo internodio al desarrollo del tubérculo. Por la considerable expansión radial del tubérculo, el gancho se endereza y la yema apical del estolón queda situada en la posición terminal del tubérculo joven. El almacenamiento de reservas continúa incorporando nuevos internodios y es claro que los internodios hacia la corona se acortan en la medida que va disminuyendo el ritmo de crecimiento en longitud. La tuberización procede acropetalmente, involucrando alguna extensión longitudinal y una gran expansión transversal de los sucesivos internodios. Esta forma de crecimiento tiene un componente genético que hace que las distintas variedades tengan distinta forma de tubérculos.

3.2.3. Características de productividad y calidad de los tubérculos cosechados en plena formación de bayas, madurez fisiológica y madurez de cosecha

Tabla 3.4. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en corte de follaje en plena formación de bayas ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a los 140 dds. Manallasacc 3520 msnm

Bloque	Tratamiento	Primera	segunda	Tercera	Total
I	Formación de bayas	9037.0	4497.4	1301.6	14836.0
II	Formación de bayas	8000.0	5672.0	2465.6	16137.6
III	Formación de bayas	10137.6	5153.4	1111.1	16402.1
IV	Formación de bayas	9100.5	6010.6	2497.4	17608.5
V	Formación de bayas	9015.9	6000.0	3449.7	18465.6
VI	Formación de bayas	9788.4	7269.8	1301.6	18359.8
VII	Formación de bayas	8952.4	5587.3	941.8	15481.5
VIII	Formación de bayas	9058.2	5672.0	1301.6	16031.7
IX	Formación de bayas	8814.8	4825.4	1407.4	15047.6
X	Formación de bayas	9047.6	6645.5	1428.6	17121.7
	Promedio	9095.2	5733.3	1720.6	16549.2
	C.V. (%)	6.2%	14.3%	46.8%	7.9%

Esta etapa ocurrió a los 140 días donde se cortó el follaje, correspondiendo al primer tratamiento y la cosecha de tubérculos se efectuó a los 150 días.

La tabla 3.4 muestra el rendimiento promedio y la variabilidad de las categorías de la papa a la cosecha a los 150 días después de siembra, tratamiento que correspondió al corte de follaje a los 140 días, en plena formación de bayas. El rendimiento de tubérculo total fue de $16549.2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, con mayor rendimiento está la categoría primera con $9095.2 \text{ kg ha}^{-1}$, un valor alto de coeficiente de variación muestra la categoría tercera, esta característica explicada por la fuerte variación del medio ambiente para esta categoría.

La cáscara del tubérculo en esta fase es muy delgada y no es apto para el almacenaje por un periodo largo. Los tubérculos de la categoría extra en una reducida proporción, así mismo la categoría cuarta con regular porcentaje, pero en el presente trabajo no se considera por ser tubérculo no comercial.

Tabla 3.5. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en corte de follaje en madurez fisiológica (kg.ha⁻¹) a los 160 dds. Manallasacc 3520 msnm

Bloque	Tratamiento	Primera	Segunda	Tercera	Total
I	M. Fisiológica	16656.1	5735.4	4821.2	27212.7
II	M. Fisiológica	13784.1	5142.9	4825.4	23752.4
III	M. Fisiológica	15407.4	5851.9	5142.9	26402.1
IV	M. Fisiológica	14645.5	6910.1	5047.6	26603.2
V	M. Fisiológica	14455.0	6201.1	4317.5	24973.5
VI	M. Fisiológica	15724.9	6201.1	5238.1	27164.0
VII	M. Fisiológica	15915.3	5851.9	4084.7	25851.9
VIII	M. Fisiológica	15724.9	7005.3	5470.9	28201.1
IX	M. Fisiológica	16433.9	6719.6	5661.4	28814.8
X	M. Fisiológica	17121.7	5851.9	5735.4	28709.0
	Promedio	15586.9	6147.1	5034.5	26768.5
	C.V. (%)	6.7%	9.5%	10.7%	6.1%

Esta etapa ocurrió a los 160 días donde se cortó el follaje, correspondiendo al segundo tratamiento y la cosecha de tubérculos se efectuó a los 170 días. La madurez fisiológica se determinó por el cambio de coloración de la planta de un verde a un amarillamiento general del cultivo. Los tubérculos al momento del corte de follaje estaban en un estado de “pelonas” la piel muy susceptible a la magulladura y al deterioro, los diez días después del corte ayudan al buen suberizado de la cáscara. La tabla 3.5: muestra los valores a la cosecha a los 10 días después de cortado el follaje, se puede observar el incremento de la categoría primera mostrando un valor de 15586.9 kg ha⁻¹, esta categoría es la más comercial al gusto del comprador para papa consumo. Los tubérculos de la categoría cuarta muestran regular proporción, pero se ha considerado como tubérculos no comerciales. El rendimiento total del tubérculo se incrementó en un valor de 26768.5 kg ha⁻¹, esto debido al desarrollo del tamaño y aumento en el peso del tubérculo.

Según Peña (2010) en esta fase de madurez fisiológica la translocación de los fotosintatos se hace más lento disminuyendo en cantidad, las plantas deben poseer un área foliar suficiente para mantener la tasa de fijación del carbono activa y alta, sobre todo durante la tuberización, puesto que la tasa de crecimiento de los tubérculos depende principalmente de la fotosíntesis neta registrada durante la fase de tuberización y no así

de los productos fotosintéticos previamente acumulados en el follaje. Es por esta razón que el corte de follaje se justifica para una mejor presentación del tubérculo y su posterior almacenamiento en el caso que no se pueda comercializar.

Tabla 3.6. Estadística descriptiva del rendimiento de tubérculos en las parcelas en madurez de cosecha ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm

Bloque	Tratamiento	Primera	segunda	Tercera	Total
I	M. Cosecha	16746.0	7174.6	4582.0	28502.6
II	M. Cosecha	14232.8	7777.8	7153.4	29164.0
III	M. Cosecha	15513.2	7132.3	4592.6	27238.1
IV	M. Cosecha	16222.2	7756.6	4931.2	28910.1
V	M. Cosecha	15513.2	6698.4	5640.2	27851.9
VI	M. Cosecha	15957.7	6084.7	5529.1	27571.4
VII	M. Cosecha	16328.0	5640.2	5640.2	27608.5
VIII	M. Cosecha	16359.8	7142.9	4931.2	28433.9
IX	M. Cosecha	17015.9	7164.0	4603.2	28783.1
X	M. Cosecha	17248.7	7174.6	5640.2	30063.5
	Promedio	16113.8	6974.6	5324.3	28412.7
	C.V. (%)	5.4%	9.6%	14.8%	3.0%

Esta etapa ocurrió a los 190 días después de la siembra donde se cosechó la papa en el estado de madurez de cosecha, las plantas se encuentran senescentes y los tubérculos con la cáscara bien formada. La categoría en mayor proporción es la primera con un valor de $16113.8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, relativamente existe un mayor rendimiento total de tubérculos, además existe buen porcentaje de papas extras el 3 % del rendimiento total, que viene a ser $852.38 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y cuarta el 2 % del rendimiento total, siendo $568.25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, pero estas categorías no representa categorías comerciales y no son reportados en el presente trabajo.

3.2.4. Rendimiento según los tiempos de cosechas

- **Rendimiento de tubérculos en las diferentes categorías**

Tabla 3.7. Análisis de variancia del rendimiento en las diferentes categorías y tiempos de cortes de follaje. Manallasacc 3520 msnm

F. Varia.	G.L.	Cuadrados Medios			
		Primera	Segunda	Tercera	Total
Bloque	9	1457160.35 **	417240.20 ns	509350.80 ns	1563778.19 ns
Tratamiento	2	152797659.3**	3994539.16ns	40087287.63**	413132008.77**
Error	18	359968.85	526057.60	527136.79	1751464.62
Total	29				
C.V. (%)		4.41	11.54	18.03	5.54

La tabla 3.7 muestra el análisis de varianza del rendimiento de tubérculos en las diferentes categorías, en bloques no existe diferencia estadística a excepción en la categoría de primera. La fuente de variación de mayor importancia viene a ser los tratamientos que son las fechas de corte y cosecha, se observa alta significación estadística en las diferentes categorías y en el rendimiento total a excepción en la categoría de segunda. Los resultados observados indican diferencia en los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación tiene valores de buena precisión para las categorías a excepción de la categoría tercera que se observa alto coeficiente de variación, esto es explicado por la fuerte variación dentro de cada parcela.

Los tubérculos comienzan a independizarse de la planta madre a partir que el follaje inicial se seca y las hojas completan su ciclo de vida. Las comunicaciones floemáticas entre hoja y tallo y entre tallo y tubérculo, permiten que haya una acelerada descarga de fotoasimilados, los cuales llenan los mencionados órganos de almacenamiento. Sacarosa, fructosa, aminoácidos y una redistribución de nutrientes, hacen parte de esta elaborado y sinérgico proceso. El ajuste y regulación de la descarga del floema, depende del número de tubérculos formados por planta, de las condiciones ambientales reinantes antes de la madurez fisiológica (Cabezas, 2006).

En el mercado, las papas inmaduras son fácilmente dañadas por rozadura y la pérdida de la cáscara (pelado) conduce a arrugamiento o pudriciones y se pueden almacenar

solamente por cortos períodos. Otro de los índices se basa en tener el periodo de cultivo, a los 150 - 170 días después la siembra el follaje de la papa empieza a amarillarse, siendo recomendable cortar los tallos para una cosecha uniforme y tubérculos maduros. 10 - 15 días después podrá comenzar la cosecha (Egúsquiza & Catalán, 2011).

INIA (2002) la práctica del corte del follaje permite: tener una cáscara más firme es decir no se tiene "papa pelona", se obtiene mayor cantidad de papa tamaño comercial, acelera la madurez y evita infecciones de enfermedades por virus y hongos, esto debido a la presencia del follaje que tiene poca actividad en la fotoasimilación.

En el trabajo de investigación, los mayores rendimientos obtenidos en papa de la categoría primera y total, se observan cuando la cosecha se da en el estado de madurez de cosecha a los 190 dds, donde se tiene un mayor porcentaje de materia seca. Sin embargo, la cosecha en madurez fisiológica los a los 170 dds, presenta un menor porcentaje de materia seca disminuyendo el rendimiento de los tubérculos, pero nos permite tener alternativas para la comercialización obteniendo buenos precios.

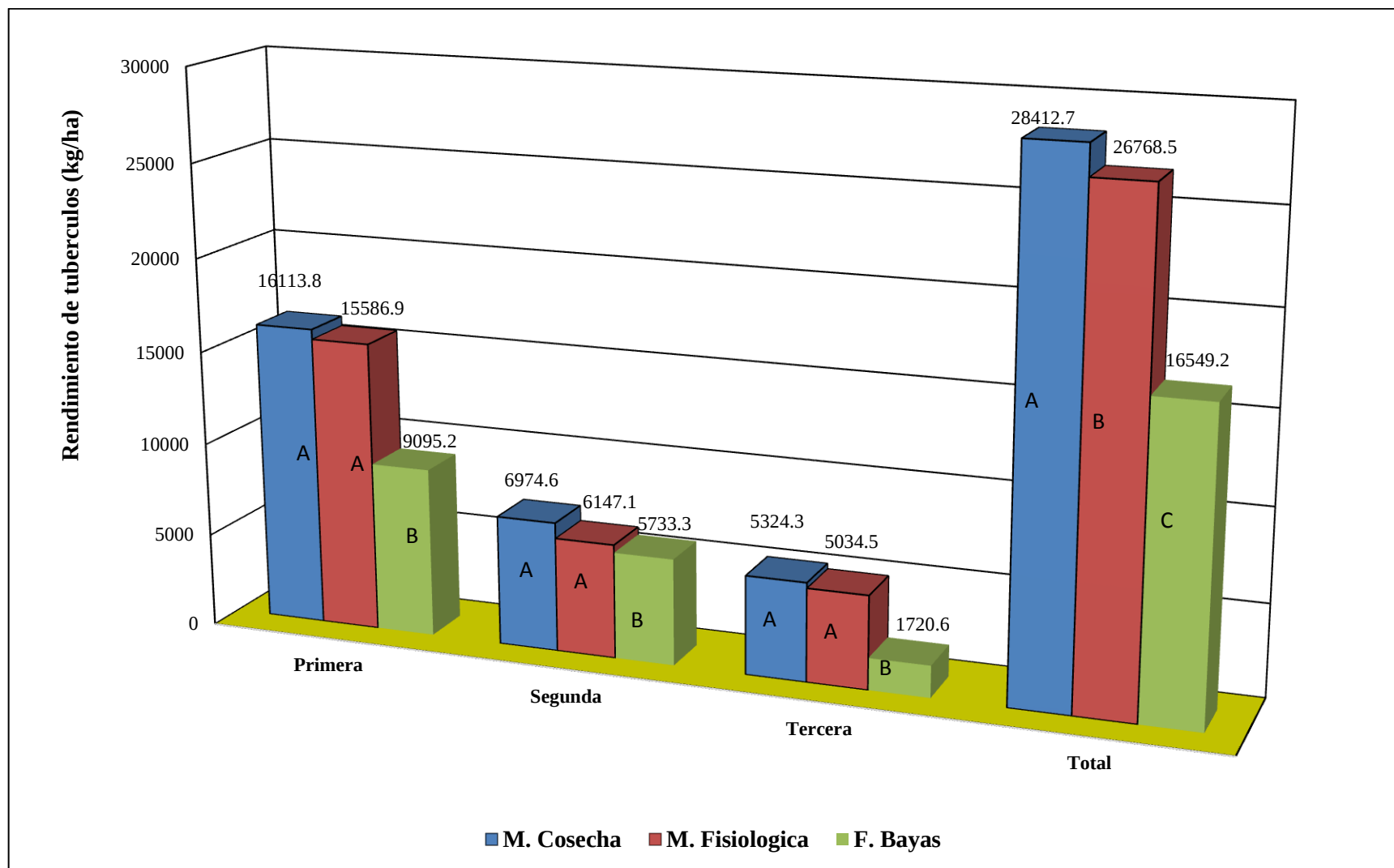


Figura 3.1. Prueba de Tukey del rendimiento de tubérculos de las diferentes categorías y los cortes de follaje. Chiara 3520 msnm

La figura 3.1 indica que el rendimiento de tubérculos por categoría, existe un mayor rendimiento en la categoría primera. No existe diferencia estadística entre el rendimiento de tubérculos en los tratamientos corte de follaje en madurez fisiológica (160 dds) y en madurez de cosecha efectuado a los 190 dds. En el rendimiento total se observa diferencia estadística entre los tres tratamientos evaluados, pero entre los tratamientos corte de follaje en madurez fisiológica (160 dds) y la cosecha a la madurez (190 dds) la diferencia es mínima. En las categorías segundas y terceras se observa diferencia estadística entre los tratamientos, pero los rendimientos son irregulares explicados por sus altos coeficientes de variación que no merece mayor discusión.

Tabla 3.8. Análisis de variancia de la regresión del rendimiento total de tubérculos en los diferentes tiempos de corte del follaje. Manallasacc 3520 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Regresión	2	826264018	413132009	244.62	0.000 **
Lineal	1	703712220	703712220	416.67	0.000 **
Cuadrática	1	122551798	122551798	72.56	0.000 **
Error	27	456000367	1688902		
Total	29	871864384			

La tabla 3.8 muestra el rendimiento de total de tubérculos muestra alta significación estadística para la función lineal y cuadrática, esto explica la tendencia en casi igual a la respuesta del rendimiento en el tratamiento corte del follaje en madurez fisiológica (cosecha a los 170 dds) comparado con la productividad del tratamiento de la cosecha en madurez (190 dds).

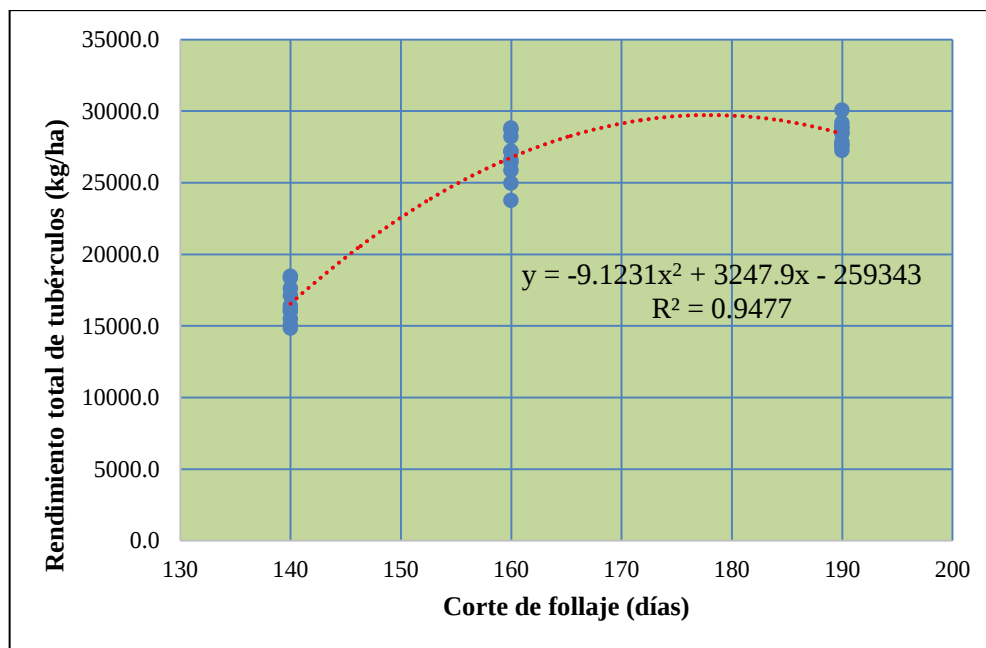


Figura 3.2. Rendimiento total de tubérculos en cortés de follaje a los 140 dds, 160 dds y cosecha a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm

La figura 3.2 indica el rendimiento total de tubérculos en los diferentes tratamientos del experimento, el rendimiento total es mayor a la madurez de cosecha, sin embargo, cuando se corta follaje a los 160 días en plena madurez fisiológica y esta se cosecha después de 10 días (170 días) la diferencia comparativa del rendimiento es mínima, este resultado da a entender que la biomasa formada es casi la totalidad de esta etapa del tubérculo solamente a la cosecha perdida de agua. La tendencia cuadrática representa un incremento lineal al inicio y al segundo corte el incremento del rendimiento es mínimo observándose una curva.

Los tubérculos en la cosecha a los 170 días ofrece la gran ventaja de la comercialización más temprana con tubérculos con cáscara suberizada, de fácil manejo y evitando de este modo el daño mecánico del tubérculo.

Según MCA Honduras/EDA (2008) al momento que se alarga el corte del follaje en la madurez fisiológica el rendimiento es mayor, es decir se va a incrementar cuando el follaje mantiene su capacidad fotosintética, mediante la translocación de fotosintatos al tubérculo se produce en tanto existe follaje verde, 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.

3.3. MATERIA SECA

Tabla 3.9. Análisis de variancia del contenido de materia seca en los diferentes tiempos cortes de follaje. Manallasacc 3520 msnm

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	9	4.448	0.49	0.71	0.6938 ns
Tratamiento	2	216.258	108.129	155.18	<.0001 **
Error	18	12.542	0.6968		
Total	29	233.248			

Con alta significación estadística en tabla 3.9 se observa diferencia entre los tratamientos de diferentes tiempos de corte de follaje. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento que nos permite una buena confianza en los resultados.

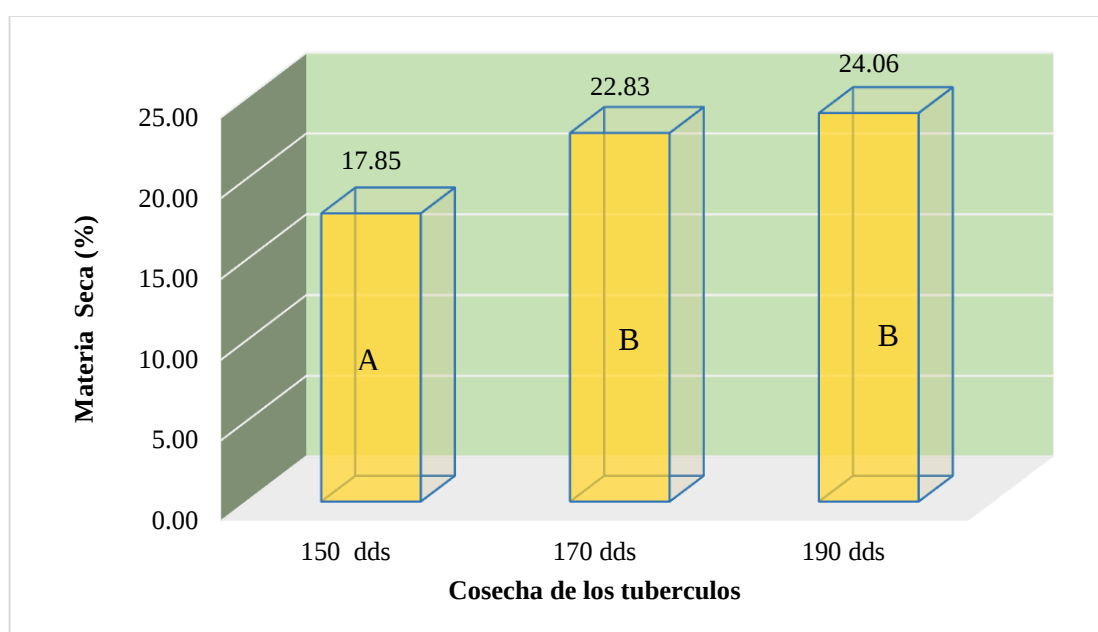


Figura 3.3. Prueba de Tukey de la materia seca en los diferentes tiempos de cosecha del tubérculo. Manallasacc 3520 msnm

En la Figura 3.3 se observa un incremento del contenido de la materia seca del tubérculo, en el tratamiento corte de follaje a los 140 dds y su cosecha a los 150 dds (estado fenológico formación de bayas) muestra un promedio de 17.85 %; el corte del follaje a los 160 dds y su cosecha de los tubérculos a los 170 dds (plena madurez fisiológica) muestra un valor de 22.83 % y la cosecha a la madurez (190 dds). El contenido de materia seca alcanza un valor de 24.06 %. El mayor contenido de materia

seca es mayor a la madurez de cosecha, pero frente al tratamiento del corte de follaje a la madurez fisiológica (160 dds) tiene una mínima diferencia no significativa presentando valores promedios de 22.83 % y 24.06 % de materia seca.

El contenido de materia seca del tubérculo de la papa, es importante tanto para consumo fresco como para la industria. Tubérculos con materia seca encima de 18 – 20 % tienden a ser más susceptibles a moretones, y los tubérculos se desintegran con más facilidad al cocer debido a que la papa es inmadura y no llega a la madurez fisiológica. No obstante, para la industria, un alto contenido de materia seca es necesario para obtener un buen color al freírse y el contenido debe de estar alrededor de 20 a 25%.

Zapata y Rave (2009) menciona que el cultivar Yungay, su uso está difundido en el consumo directo y la utilización industrial como es: papas fresca embolsada, papas en tiras (pollerías), papas fritas (chips), puré (cocina) y almidón de papa (chuño inglés). En toda utilización es importante el contenido de materia seca del tubérculo que debe estar entre los 22 % a 24 %. En nuestro experimento se ha logrado obtener este contenido de materia seca con aptitud a la buena comercialización del tubérculo y ser menos perecible en el tiempo de su comercialización, todo esto se consigue con el corte de follaje a los 160 dds, cosechándose a los 170 dds y la cosecha en madurez del tubérculo a los 190 dds.

Naranjo (2002), Indica que para acelerar la maduración, sea la cosecha manual o mecánica es necesario que el pericarpio (piel), este madura y bien fijada para evitar lastimar el tubérculo. Se recomienda destruir el follaje 10 a 20 días antes de la cosecha. La cosecha se debe realizar cuando los tubérculos hayan alcanzado su madurez fisiológica, es decir que la papa ha completado su ciclo de desarrollo, pero la piel es delgada y se desprende fácilmente; la madurez de cosecha o comercial es cuando la papa tiene las condiciones requeridas para el mercado. Además la materia seca del tubérculo esta por los 21 a 25%.

3.4. MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El mérito económico mostrado en tabla 3.10 está basado en el cálculo de los costos de producción que incluye el corte de follaje manual, así como el cálculo de utilidad bruta del cultivo. La mayor rentabilidad se observa para el corte del follaje a los 160 dds

mostrando un valor de 207.57 % de rentabilidad, ligeramente superior al tratamiento a la madurez de cosecha con un valor de 185.60% de rentabilidad, debido al precio que se obtiene en el mes de abril del tubérculo es el que influye mayormente en la rentabilidad, pasado este mes el precio de papa va decreciendo por la oferta de producción en la sierra. Así mismo las papas ofertadas en los meses de marzo a abril son inmaduras “pelonas”.

Tabla 3.10. Merito económico de los tratamientos en función de los costos de producción y utilidad de venta. Manallasacc 3520 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Costo de Producción	Rendimiento kg./ha			Costo Unitario S/.			Valor de Venta S/.	Utilidad Bruta S/.	Rentab. %
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}			
Corte a los 160 dds y cosecha a los 170 dds (Madurez fisiológica)	S/. 7,815.86	16113.8	6974.6	5324.3	1.1	0.6	0.4	24,039.63	16,223.77	207.57
Cosecha a los 190 dds (madurez Cosecha)	S/. 7,608.86	16113.8	6974.6	5324.3	1	0.5	0.4	21,730.79	14,121.93	185.60
Corte a los 140 dds y cosecha a los 150 dds (Formación de bayas)	S/. 7,815.86	9095.2	5733.3	1720.6	1	0.6	0.4	13,223.49	5,407.63	69.19

CONCLUSIONES

1. El corte de follaje a los 140 días alcanzó un rendimiento promedio de 16549.2 kg ha⁻¹, a los 160 días 26768.5 kg ha⁻¹ y sin corte de follaje a los 190 días se obtuvo 28412.7 kg ha⁻¹.
2. El contenido de materia seca en los tubérculos de plantas sin corte de follaje es de 24.06% frente al corte de follaje a los 160 dds y 140 dds que fue de 22.83% y 17.85% respectivamente.
3. El corte del follaje en madurez fisiológica a los 160 dds y cuya cosecha es realizada después de 10 días, es la que reporta mayor rentabilidad 207.57 %; la cosecha a los 190 dds es la segunda opción con rentabilidad de 185.60 %.

RECOMENDACIONES

1. El corte de follaje para las condiciones de la zona de Manallasacc, se debe realizar a partir de los 160 dds y cosecha a los 170 dds.
2. Se recomienda realizar siembras tempranas (octubre -noviembre), para obtener buenos rendimientos y alcanzar los mejores precios de venta en el mercado.
3. Realizar el corte del follaje a la madurez fisiológica y cosecha después de 10 días.
4. Cosechar los tubérculos en la Variedad Yungay a partir de los 160 días porque alcanza mayor contenido de materia seca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDABE, L. y DOGLIOTTI 2001.** El cultivo de papa. Fac. de Agronomía Ciclo de Formación Central Agronómica. Universidad de la República, Uruguay.
- AMES, I. 1980.** Compendio de enfermedades de la papa. Trad. de la Obra de W. I. Hooker. Minnesota - E.U.A.
- ALCARRAZ, C. 2010.** Efecto del Encalado y Gallinaza en el Rendimiento de Papa. Variedad Amarilla Tumbay en Andahuaylas-Apurímac. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho Perú.
- ARBAIZA, A. 2002.** Guía práctica y manejo de plagas en 26 cultivos. 1^{ra} Edic. Edit, del Castillo. Chiclayo - Perú.
- BASANTES, E. 2010** Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. Imprenta la Unión. Primera edición. Quito Ecuador.
- BERLIJN, J. D. 1990.** Maquinaria para fertilización, siembra y transplante. 5^{ta} ed. Edit. Trillas S.A. México.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1986.** Manual Práctico de Producción de Semilla de Papa. Lima, Perú.
- CISNEROS V., Fausto H. 1995.** Control de plagas agrícolas. 2^{da} ed. Edit. Copyright. Lima –Perú.
- CORPOICA, 1998.** Influencia del Corte de Follaje y de la Época de Cosecha en la Calidad de la Papa para la Industria. Revista Agronómica, Santa fe Bogotá - Colombia. Pág. 36-39
- DEWELLE R. y STEPHEN L. 1993.** Potato Growth and Development. Source/sink relationships during tuber growth Am. Potato J., 67 (1993), pp. Recuperado de (829-833, 10.1007/BF03044295).
Source/sink relationships during tuber growth.
American Potato Journal 67: 829–833
- EVANS, T. 1980.** Fisiología de los Cultivos. Editorial Hemisferio Sur Madrid - España
- EGUSQUIZA, 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). Lima- Perú. págs. 12-18.

- EGUSQUIZA, R. 2000.** La papa, producción, transformación y comercialización. UNALM. Lima – Perú.
- ESTRADA, N. 2002.** La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Edit. Hill Ardi. CIP. La Paz – Bolivia.
- EZETA, F, N. 1986.** Aspectos fisiológicos de la producción de papa. Edit. Programa de Investigación en papa UNA La Molina. Lima – Perú.
- FAO. 1995.** Técnica agrícola en el desarrollo. Un manual de capacitación. Boletines de servicios agrícolas de la FAO. Roma – Italia. Recuperado de (<http://www.fao.org/3/y5711s/y5711s0d.htm>)
- FAO. 2003.** Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Por A.F. López Camelo, Boletines de servicios agrícolas de la FAO. Nro 151. Roma. Recuperado de (<http://www.fao.org/3/a-a0185s.pdf>)
- FONAIAP .2007.** El Fondo National FAO, 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletines de servicios agrícolas de la FAO. Recuperado de (<http://www.fao.org/icatalog/inter-s.htm>)
- FONAIAP. 2007,** El Fondo National de Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental Trujillo, Pampanito, Estado Trujillo. Recuperado de <http://Ajvwww.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd60/papa.html>
- GUERRERO GARCÍA, A. 1990.** El Suelo, Los abonos y la fertilización de los cultivos. Edt. Mundi- Prensa. Madrid - España.
- HIDALGO, O. 1997.** Producción de tubérculos. Centro Internacional de la Papa. Pág. 19. Lima – Perú.
- HORTON, D. 1992.** La papa, producción, comercialización y programas. Centro Internacional de la papa. Lima –Perú.
- HERNANDEZ C. E, 1992.** Características y condiciones de producción de papa para procesamiento. Revista Fedepapa (Colombia) N° 5 .P, 15- 20.
- HAWKES. J. G. 1967.** The history of the potato. Jornal of the Royal Horticultural Society. N° 91. 207-223. 249-262. 282, 302. 364-365
- IBAÑEZ Y AGUIRRE 1983.** Manual de prácticas de fertilidad de suelos. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- INIAP. 1997.** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Ecuador. Programa Nacional de raíces y tubérculos.
- INIA, 1995.** Compendio de la Producción de Papa. Lima, Perú.
- INIA, 1995.** Papa. Serie de Compendio de Información Técnica. R.I.

- INIA. 1996.** Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Boletín informativo N° 13. Ayacucho – Perú.
- INIA, 2002.** Cultivo de la Papa en la Región Cajamarca, Perú.
- JACKSON, SD. 2008.** Multiple Signaling Pathways Control Tuber Induction in Potato. *Plant Physiol.* 1999, 119: 1-8. 10.1104/pp.119.1.1.
- 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.
- LIRA, R. H. 1994.** Fisiología vegetal. Edit. Trillas. México.
- MAMANI, P. Y LEDENT, F. 2014** Efecto de la sequía en la morfología, crecimiento y productividad de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.
- MCA HONDURAS/EDA, 2008.** Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Manual de Producción de Papa. Honduras.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2014** Ficha técnica de la papa. Publicaciones especiales MINAG.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2019** Ficha técnica de la papa. Publicaciones especiales MINAG.
- MILTON, T. 2016.** El cultivo de la papa en Honduras. 1ra edición; Miriam Villeda Izaguirre editora. – Honduras: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA, 2016, 96p
- MORENO, J. 1999.** Investigador del programa regional CORPOICA. Santa Fe de Bogotá – Colombia.
- NIVAP HOLLAND, 2005.** Netherlands Potato Consultative Foundation. The inspection of Dutch seed potatoes; the importance of approval (www.aardappelpagina.nl/uk , accessed 18 june 2014)
- NARANJO, H., MASTROCOLA, N & PUMISACHO, M. (2002).** POSCOSECHA. IN: El cultivo de papa en Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP, CIP.
- OIA 2004.** Oficina de información Agraria. Ministerio de Agricultura- Ayacucho.
- OCHOA, C. 1990.** La Papa en el Perú. INDOAGRO. Lima - Perú
- PEÑA, A 2010.** Fisiología y manejo de tubérculos semilla de papa, Corporación colombiana de investigación agropecuaria.
- VILLAGOMEZ, V. 2012.** Manejo de semilla de papa. Guía técnica UNALM, AGROBANCO. Pampas Tayacaja. Huancavelica

VILLAGARCIA, S. 1990. Resultados de Ensayos de Campo Sobre Fertilización y Nutrición Mineral en el Cultivo de Papa. UNALM – CIP Lima - Perú.

ZAPATA, L Y RAVE, D. 2009. Influencia del corte de follaje y de la época de cosecha en la calidad de papa para consumo. Revista Innovación & Cambio Tecnológico Corpoica. Bogotá – Colombia.

CONSULTAS EN WEB

- <http://www.monografias.com./trabajo/la papa>
- <http://www.minag.gob.pe/dgpa/archivos> Compendio de la Producción de Papa. Lima, Perú.
- <http://clickpapas.cl/wp-content/uploads/2014/01/Destrucci%C3%B3n-del-follaje1.pdf>.
- <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-e-papa.pdf>
- <https://redepapa.org/2010/03/05/documentos-sobre-fisiologia-de-la-papa-semilla/>
- <https://www.uidaho.edu/search?q=Potato%20Growth%20and%20Development&cof=FORID:9&cref=http://www.uidaho.edu/search?xml=1&ticks=635409346879695626>

ANEXOS

ANEXO 1

Datos descriptivos de altura de planta y número de tallos de 12 plantas en plena floración

Nº	Altura planta (m)	Nº tallos/tubérculo
1	1.25	3
2	1.10	4
3	1.30	3
4	1.40	4
5	1.40	4
6	1.20	4
7	1.35	3
8	1.35	3
9	1.25	3
10	1.40	4
11	1.30	3
12	1.35	2

ANEXO 2

Datos descriptivos del diámetro del tubérculo del muestro de 5 plantas en plena floración

Diámetro del tubérculo					
N° tubérculos	planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5
1	2.5	3.5	3.2	2.2	1.5
2	2.8	3.4	2.3	3.5	2.1
3	3.1	3.5	4.2	3.6	2.5
4	3.1	4.8	4.1	3.8	3.4
5	4.2	4.3	4.2	4.5	3.8
6	4.1	3.4	3.2	4.2	2.5
7	4.2	2.5	3.5	3.2	1.8
8	3.6	2.4	3.5	3	2.5
9	4.2	4.5	4	4	3.4
10	2.5	3.2	2.4	3.2	
11		2.2	4.7	4	
12		2.3			

ANEXO 3

Datos descriptivos del peso del tubérculo del muestro de 5 plantas en plena floración

Peso del tubérculo (gr)					
Nº de tubérculos	planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5
1	28	15	22	22	10
2	35	20	24	30	30
3	24	20	32	20	15
4	18	25	15	35	30
5	23	20	15	25	15
6	30	25	20	25	20
7	13	15	20	15	25
8	24	22	20	10	20
9	27	30	30	25	20
10	28	30	20	20	
11		25	30	28	
12		15			
PROM	250	262	248	255	185

ANEXO 4

Rendimiento por parcela y hectárea en las diferentes categorías del tubérculo por tratamiento. Manallasacc 3520

Bloque	Trata	Rdto Parcela				Rdto kg ha ⁻¹				PROMEDIO
		Primera	Segunda	Tercera	Total	Primera	Segunda	Tercera	Total	
I	Bayas	8.54	4.25	1.23	14.02	9037.0	4497.4	1301.6	14836.0	16549.2
II	Bayas	7.56	5.36	2.33	15.25	8000.0	5672.0	2465.6	16137.6	
III	Bayas	9.58	4.87	1.05	15.50	10137.6	5153.4	1111.1	16402.1	
IV	Bayas	8.60	5.68	2.36	16.64	9100.5	6010.6	2497.4	17608.5	
V	Bayas	8.52	5.67	3.26	17.45	9015.9	6000.0	3449.7	18465.6	
VI	Bayas	9.25	6.87	1.23	17.35	9788.4	7269.8	1301.6	18359.8	
VII	Bayas	8.46	5.28	0.89	14.63	8952.4	5587.3	941.8	15481.5	
VIII	Bayas	8.56	5.36	1.23	15.15	9058.2	5672.0	1301.6	16031.7	
IX	Bayas	8.33	4.56	1.33	14.22	8814.8	4825.4	1407.4	15047.6	
X	Bayas	8.55	6.28	1.35	16.18	9047.6	6645.5	1428.6	17121.7	
I	M. fisiológica	15.74	5.42	4.556	25.72	16656.1	5735.4	4821.2	27212.7	26768.5
II	M. fisiológica	13.026	4.86	4.56	22.45	13784.1	5142.9	4825.4	23752.4	
III	M. fisiológica	14.56	5.53	4.86	24.95	15407.4	5851.9	5142.9	26402.1	
IV	M. fisiológica	13.84	6.53	4.77	25.14	14645.5	6910.1	5047.6	26603.2	
V	M. fisiológica	13.66	5.86	4.08	23.60	14455.0	6201.1	4317.5	24973.5	
VI	M. fisiológica	14.86	5.86	4.95	25.67	15724.9	6201.1	5238.1	27164.0	
VII	M. fisiológica	15.04	5.53	3.86	24.43	15915.3	5851.9	4084.7	25851.9	
VIII	M. fisiológica	14.86	6.62	5.17	26.65	15724.9	7005.3	5470.9	28201.1	
IX	M. fisiológica	15.53	6.35	5.35	27.23	16433.9	6719.6	5661.4	28814.8	
X	M. fisiológica	16.18	5.53	5.42	27.13	17121.7	5851.9	5735.4	28709.0	
I	M. Cosecha	15.825	6.78	4.33	26.94	16746.0	7174.6	4582.0	28502.6	28412.7
II	M. Cosecha	13.45	7.35	6.76	27.56	14232.8	7777.8	7153.4	29164.0	
III	M. Cosecha	14.66	6.74	4.34	25.74	15513.2	7132.3	4592.6	27238.1	
IV	M. Cosecha	15.33	7.33	4.66	27.32	16222.2	7756.6	4931.2	28910.1	
V	M. Cosecha	14.66	6.33	5.33	26.32	15513.2	6698.4	5640.2	27851.9	
VI	M. Cosecha	15.08	5.75	5.225	26.06	15957.7	6084.7	5529.1	27571.4	
VII	M. Cosecha	15.43	5.33	5.33	26.09	16328.0	5640.2	5640.2	27608.5	
VIII	M. Cosecha	15.46	6.75	4.66	26.87	16359.8	7142.9	4931.2	28433.9	
IX	M. Cosecha	16.08	6.77	4.35	27.20	17015.9	7164.0	4603.2	28783.1	
X	M. Cosecha	16.3	6.78	5.33	28.41	17248.7	7174.6	5640.2	30063.5	

ANEXO 5

Materia seca y promedio por tratamientos Manallasacc 3520 msnm

		Cosecha	Muestreo	Cosecha		
	Fenología	dds	Materia seca	dds	Materia seca	
I	Bayas	140	17.56	150	18.50	17.85%
II	Bayas	140	16.58	150	17.30	
III	Bayas	140	16.87	150	17.50	
IV	Bayas	140	15.47	150	16.50	
V	Bayas	140	16.50	150	18.50	
VI	Bayas	140	17.55	150	19.50	
VII	Bayas	140	16.64	150	16.70	
VIII	Bayas	140	15.64	150	17.60	
IX	Bayas	140	16.56	150	18.50	
X	Bayas	140	17.46	150	17.90	
I	M. fisiológica	160	20.20	170	22.20	22.83%
II	M. fisiológica	160	18.86	170	21.60	
III	M. fisiológica	160	19.80	170	22.50	
IV	M. fisiológica	160	18.46	170	23.60	
V	M. fisiológica	160	17.65	170	23.40	
VI	M. fisiológica	160	17.23	170	22.30	
VII	M. fisiológica	160	18.60	170	23.80	
VIII	M. fisiológica	160	19.45	170	22.60	
IX	M. fisiológica	160	18.70	170	23.50	
X	M. fisiológica	160	17.36	170	22.80	
I	M. Cosecha	190	23.60	190	23.60	24.06%
II	M. Cosecha	190	24.50	190	24.50	
III	M. Cosecha	190	23.50	190	23.50	
IV	M. Cosecha	190	24.50	190	24.50	
V	M. Cosecha	190	24.50	190	24.50	
VI	M. Cosecha	190	22.80	190	22.80	
VII	M. Cosecha	190	23.60	190	23.60	
VIII	M. Cosecha	190	24.50	190	24.50	
IX	M. Cosecha	190	25.30	190	25.30	
X	M. Cosecha	190	23.80	190	23.80	

ANEXO 6

Costo de producción de la papa con corte de follaje a los 140 dds. Manallasacc 3520 msnm

Descripción	Unidad de medida	Cant.	Precio (S/) Unitario	Sub Total (S/.)	Valor Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS					6796.4
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					420
Volteado, roturado y mullido	H.M	5	60	300	
Surcado	H.M	2	60	120	
2. SIEMBRA					300
Aplicación de fertilizante	Jornal	2	30	60	
Siembra	Jornal	8	30	240	
3. LABORES CULTURALES					960
Deshierbo	Jornal	10	30	300	
Segundo abonamiento	Jornal	2	30	60	
Control fitosanitario	Jornal	4	30	120	
Aporque	Jornal	10	30	300	
Corte de follaje	jornal	6	30	180	
4 SEMILLA					2250
Semilla (tratamiento)	Kg.	1500	1.5	2250	
5. FERTILIZANTES					2076.4
Fosfato di Amónico	Kg.	267	2	534	
Cloruro de potasio	Kg.	300	2	600	
Urea	Kg.	226	2.4	542.4	
Gallinaza	Saco	40	10	400	
6. PESTICIDAS					220
Galben M.	Lts	1	60	60	
Cyperklin 25	Lts	2	80	160	
7. COSECHA					570
Extracción, selección y clasificación	Jornal	14	30	420	
Ensacado , pesado	Jornal	5	30	150	
II. COSTOS INDIRECTOS					1019.46
1. LEYES SOCIALES (10%)					679.64
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)					339.82
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN					7815.86

ANEXO 7

Costo de producción de la papa con corte de follaje a los 160 dds. Manallasacc 3520 msnm

Descripción	Unidad de medida	Cant.	Precio (S/) Unitario	Sub Total (S/.)	Valor Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS					6796.4
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					420
Volteado, roturado y mullido	H.M	5	60	300	
Surcado	H.M	2	60	120	
2. SIEMBRA					300
Aplicación de fertilizante	Jornal	2	30	60	
Siembra	Jornal	8	30	240	
3. LABORES CULTURALES					960
Deshierbo	Jornal	10	30	300	
Segundo abonamiento	Jornal	2	30	60	
Control fitosanitario	Jornal	4	30	120	
Aporque	Jornal	10	30	300	
Corte de follaje	jornal	6	30	180	
4. SEMILLA					2250
Semilla (tratamiento)	Kg.	1500	1.5	2250	
5. FERTILIZANTES					2076.4
Fosfato di Amónico	Kg.	267	2	534	
Cloruro de potasio	Kg.	300	2	600	
Urea	Kg.	226	2.4	542.4	
Gallinaza	Saco	40	10	400	
6. PESTICIDAS					220
Galben M.	Lts	1	60	60	
Cyperklin 25	Lts	2	80	160	
7. COSECHA					570
Extracción, selección y clasificación	Jornal	14	30	420	
Ensacado , pesado	Jornal	5	30	150	
II. COSTOS INDIRECTOS					1019.46
1. LEYES SOCIALES (10%)					679.64
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)					339.82
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	7815.86				

ANEXO 8

Costo de producción de la papa sin corte de follaje a los 190 dds. Manallasacc 3520 msnm

Descripción	Unidad de medida	Cant.	Precio (S/) Unitario	Sub Total (S/.)	Valor Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS					6616.4
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					420
Volteado, roturado y mullido	H.M	5	60	300	
Surcado	H.M	2	60	120	
2. SIEMBRA					300
Aplicación de fertilizante	Jornal	2	30	60	
Siembra	Jornal	8	30	240	
3. LABORES CULTURALES					780
Deshierbo	Jornal	10	30	300	
Segundo abonamiento	Jornal	2	30	60	
Control fitosanitario	Jornal	4	30	120	
Aporque	Jornal	10	30	300	
4. SEMILLA					2250
Semilla (tratamiento)	Kg.	1500	1.5	2250	
5. FERTILIZANTES					2076.4
Fosfato di Amónico	Kg.	267	2	534	
Cloruro de potasio	Kg.	300	2	600	
Urea	Kg.	226	2.4	542.4	
Gallinaza	Saco	40	10	400	
6. PESTICIDAS					220
Galben M.	Lts	1	60	60	
Cyperklin 25	Lts	2	80	160	
7. COSECHA					570
Extracción, selección y clasificación	Jornal	14	30	420	
Ensacado , pesado	Jornal	5	30	150	
II. COSTOS INDIRECTOS					992.46
1. LEYES SOCIALES (10%)					661.64
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)					330.82
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	7608.86				

ANEXO 9
Panel fotográfico



Foto 1. Papas en madurez fisiológica (papas pelonas)



Foto 2. Cosecha de la papa en madurez de cosecha

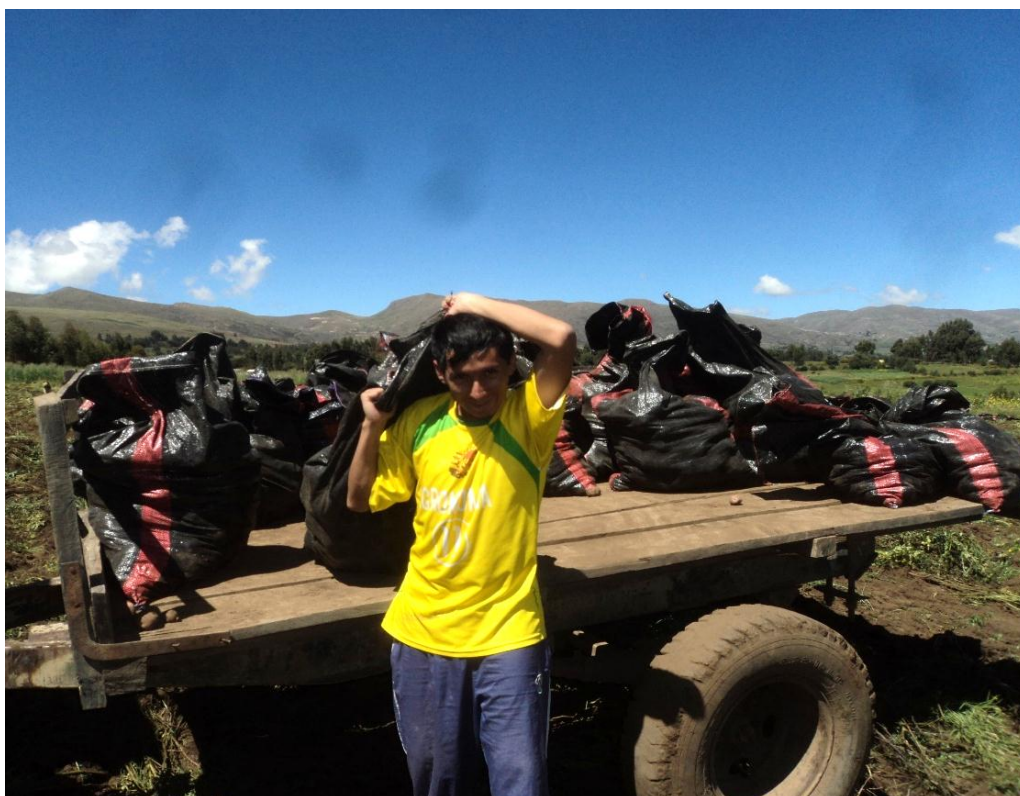


Foto 3. Traslado de la cosecha de papa del experimento



Foto 4. Medida del diámetro de papa



Foto 5. Peso de tubérculos por el autor laboratorio del PICAL



Foto 6. Peso para materia seca laboratorio PICAL