

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Métodos de cosecha en dos variedades de papa (*Solanum
tuberosum* L.) Acocro, Ayacucho - 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Abel Eleodoro Gonzalez Huauya

ASESOR:

M.Sc. Ing. Federico Quicaño Suárez

Ayacucho - Perú

2024

****** A la memoria de: mi Padre ELEODORO GONZÁLEZ QUISPE y mi hermano SAÚL, quienes guían e iluminan mi camino desde la eternidad. ******

*A mi amada **Madre Doña PRIMITIVA HUAUYA HUALLANCA VDA. DE GONZÁLEZ**, como muestra de mi eterno agradecimiento porque siempre me mostro, su apoyo, brindo su comprensión, aliento y sobre todo el amor y cariño en los momentos más difíciles y haber hecho de mí una persona con principios.*

*A mis hermanos **CÉSAR, ARTURO, WILFREDO y RAQUEL**, quienes siempre estuvieron conmigo en los momentos buenos y difíciles brindándome su apoyo, confianza y seguridad.*

*A mis sobrinos: **WENDY, RAI, FLAVIO, SHIRLEY, YAQUELIN, GONZALO, LIZ y ANDREA.***

*A mis amigos, **P.M.N.C.E.A.D.M.V.** y compañeros de estudio que compartimos momentos agradables.*

*Y con todo el amor del mundo a mi hijo **HANGEL SAÚL** y dar las gracias a **CARMEN.***

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de la vida, carrera y por darme salud y ser mi fortaleza en cada momento.

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola.

A los docentes de la gloriosa Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, quienes con sus enseñanzas han contribuido en mi formación profesional.

Al Magister Ingeniero Federico Quicaño Suárez, asesor del presente trabajo de investigación por brindarme su apoyo incondicional durante su desarrollo.

A mis compañeros (as), amigos (as), dentro y fuera de la Universidad por su apoyo moral.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen.....	1
Introducción.....	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	4
1.1 GENERALIDADES	4
1.2 COSECHA DE PAPA.....	5
1.3 MÉTODOS DE COSECHA	9
1.3.1 Cosecha manual.....	9
1.3.2 Cosecha semi mecanizada	9
1.3.3 Cosecha mecanizada.....	10
1.4 TIPOS DE COSECHADORAS	11
1.4.1 Arrancadoras de cadenas	11
1.4.2 Arrancadoras de tamices oscilantes	13
1.5 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	14
1.6 PROCESO DE PRODUCTIVO DE LA PAPA.....	17
1.6.1 Preparación de terreno	18
1.6.2 Siembra	18
1.6.3 Fertilización.....	18
1.6.4 Deshierbo primer aporque o ashal	18
1.6.5 Aporque y Segunda Fertilización	18
1.6.6 Control Fitosanitario	19
1.6.7 Riego	19
1.6.8 Cosecha.....	19
1.7 CONCEPTOS GENERALES.....	19
1.7.1 Papa	19
1.7.2 Variedad de papa.....	19
1.7.3 Tubérculos	20
1.7.4 Productividad de la papa por hectárea.....	20
1.7.5 Costos.....	20

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA	21
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	21
2.1.1 Ubicación política	21
2.1.2 Ubicación geográfica.....	21
2.1.3 Límites	21
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA.....	21
2.2.1 Fisiografía	22
2.2.2 Topografía	22
2.2.3 Geología	22
2.2.4 Climatología.....	22
2.2.5 Vías de Comunicación	22
2.2.6 Actividad agrícola.....	23
2.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.4 FACTORES ESTUDIADOS	25
2.4.1 Tratamientos en estudio.....	25
2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	26
2.5.1 Parcela 01 y Parcela 02.....	26
2.5.2 Parcela 03 y Parcela 04.....	26
2.5.3 Parcela 05 y Parcela 06.....	27
2.6 CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	28
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
2.8 MÉTODO PROCEDIMENTAL.....	30
2.8.1 Fase Preliminar.....	30
2.8.2 Fase de campo	32
2.8.3 Fase de gabinete	32
2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	32
2.9.1 Delimitación de parcela.....	32
2.9.2 Consideraciones antes de la cosecha.....	32
2.9.3 Variables de respuesta en estudio	33

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	35
3.1.1 Partes y funcionamiento del azadón	35
3.1.2 Partes y funcionamiento de la cosechadora con cadenas	36
3.1.3 Partes y funcionamiento de la cosechadora con rejas	40

3.2	EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE COSECHA DE PAPA	43
3.2.1	Tubérculos extraídos de dos variedades de papa.....	43
3.2.2	Peso de tubérculos en rebusque y métodos de cosecha	49
3.2.3	Daño de tubérculos por métodos de cosecha	51
3.2.4	Tiempo en cosechas	53
3.3	DETERMINACIÓN DEL MÉTODO ADECUADO DE COSECHA	56
3.3.1	Método de cosecha manual (c1)	56
3.3.2	Método de cosecha con cadena (c2)	56
3.3.3	Método de cosecha con rejas (c3)	57
 CAPÍTULO IV		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		61
4.1	CONCLUSIONES	61
4.2	RECOMENDACIONES	62
 REFERENCIAS		63
 APENDICE		66
TABLAS DE DATOS OBTENIDOS EN CAMPO		66
PANEL FOTOGRÁFICO		71
FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS		81
<i>FICHA TÉCNICA DEL AZADÓN TRUPER.....</i>		<i>81</i>
<i>FICHA TÉCNICA DE COSECHADORA DE PAPA CON CADENA SERMI</i>		<i>82</i>
<i>FICHA TÉCNICA DE LA SURCADORA SERMI</i>		<i>82</i>

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Distribución de los tratamientos estudiados.....	25
Tabla 3.1	Análisis de variancia de tubérculos extraídos en las diferentes parcelas de dos variedades de papa. Acocro 2019	43
Tabla 3.2	Análisis comparativo en kg ha ⁻¹ y en porcentaje de tubérculos extraídos de dos variedades de papa.....	44
Tabla 3.3	Análisis comparativo en kg ha ⁻¹ y en porcentaje de tubérculos extraídos con métodos de cosecha	45
Tabla 3.4	Análisis comparativo de tubérculos extraídos para la interacción Variedad de papa (V) por método de cosecha (C)	46
Tabla 3.5	Análisis de variancia de tubérculos en rebusque en las diferentes parcelas de dos variedades de papa y métodos de cosecha. Acocro 2019	49
Tabla 3.6	Análisis comparativo en kg ha ⁻¹ y en porcentaje de tubérculos en rebusque y métodos de cosecha.....	49
Tabla 3.7	Análisis de variancia del daño de tubérculos en diferentes agricultores, variedades y métodos de cosecha. Acocro 2019	51
Tabla 3.8	Daño de tubérculos en kg ha ⁻¹ , en las variedades Canchán y Roja Ayacuchana bajo los métodos de cosecha.....	52
Tabla 3.9	Análisis de variancia del tiempo en cosecha de papa en diferentes parcelas de dos variedades de papa y métodos de cosecha. Acocro 2019	53
Tabla 3.10	Prueba para la interacción factor Variedad (V) por factor método de cosecha (C), según el tiempo de tubérculos extraídos	54
Tabla 4.1	Datos obtenidos en campo de tubérculos extraídos (kg/100 m ²)	66
Tabla 4.2	Datos transformados de tubérculos extraídos a (kg ha ⁻¹)	66
Tabla 4.3	Datos obtenidos de tubérculos recogidos por rebusque (kg/100 m ²)	66
Tabla 4.4	Datos transformados de tubérculos recogidos por rebusque a (kg ha ⁻¹)	67
Tabla 4.5	Datos de tiempo de tubérculos extraídos (min/100 m ²)	67
Tabla 4.6	Datos transformados de tiempo de tubérculos extraídos (horas/ha)	67
Tabla 4.7	Tiempo en cosecha de tubérculos extraídos (jornales/ha).....	68
Tabla 4.8	Costo de cosecha de papa Canchán manual	68
Tabla 4.9	Costo de cosecha de papa Canchán con cadena	68

Tabla 4.10	Costo de cosecha de papa Canchán con rejas	69
Tabla 4.11	Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana manual.....	69
Tabla 4.12	Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana con cadena.....	69
Tabla 4.13	Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana con rejas.....	69
Tabla 4.14	Resumen de resultados.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Arrancadora de papa dotada de cadenas 13
Figura 1.2	Arrancadora de papa dotada de tamices oscilantes..... 14
Figura 2.1	Imagen satelital del Bloque I. Pomapuquio 26
Figura 2.2	Imagen satelital del Bloque II. Seccelambras..... 27
Figura 2.3	Imagen satelital del Bloque III. Seccelambras..... 28
Figura 2.4	Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos en las unidades experimentales..... 28
Figura 2.5	Distribución de tratamientos de cada parcela..... 29
Figura 2.6	Azadón con mango de madera para la cosecha de papa..... 30
Figura 2.7	Arrancadora de papas acoplado al tractor agrícola en el campo de cosecha..... 31
Figura 2.8	Cosechadora semi-mecanizada con rejas..... 31
Figura 3.1	Partes del azadón para la cosecha de papa 35
Figura 3.2	Características técnicas del azadón para la cosecha de papa 36
Figura 3.3	Fases de extracción de papa con cadena y característica técnicas 39
Figura 3.4	Sección transversal de la barra portaherramientas 40
Figura 3.5	Bastidor rectangular o barra portaherramientas 40
Figura 3.6	Abrazaderas para acoplar el brazo portaherramientas a la barra portaherramientas 41
Figura 3.7	Brazos portaherramientas para el surcador 41
Figura 3.8	Reja o elemento de trabajo para cosecha de papa 42
Figura 3.9	Cosechadora semi-mecanizada con rejas..... 43
Figura 3.10	Prueba de Tukey de los efectos principales de tubérculos extraídos de dos variedades de papa 44
Figura 3.11	Prueba de Tukey de los efectos principales de tubérculos extraídos con métodos de cosecha..... 45
Figura 3.12	Prueba de Tukey para la interacción variedad de papa (V) por método de cosecha (C) en kg ha ⁻¹ de tubérculos extraídos 47
Figura 3.13	Prueba de Tukey de los efectos simples, peso de tubérculos en rebusque de dos variedades de papa y métodos de cosecha..... 50
Figura 3.14	Prueba de Tukey de los efectos principales de daño de tubérculos de dos variedades de papa y métodos de cosecha..... 52

Figura 3.15	Prueba de Tukey de los efectos principales del tiempo de cosecha de tubérculos de dos variedades de papa y métodos de cosecha.....	54
Figura 3.16	Consolidación de resultados de métodos de cosecha de dos variedades de papa.....	58

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de Acocro, en las comunidades de Pomapuqio y Seccelambras; siendo el problema principal el costo elevado de la extracción del suelo de la papa. Los objetivos en estudio fueron: a) Describir los equipos utilizados en la cosecha de dos variedades de papa. b) Evaluar los métodos de cosecha de dos variedades de papa. c) Determinar el método más adecuado de cosecha de papa: manual, con cadena y con rejas. Se empleó el Diseño de Bloque Completo Randomizado, aleatorizado en Parcelas Divididas, conducido bajo tres repeticiones y seis tratamientos. La unidad experimental fue de 100 m² y el área total del campo experimental fue de 900 m². Los resultados obtenidos fueron: El azadón es una herramienta agrícola formada por una lámina ancha, gruesa, curvada, ordinariamente de 20 a 20 cm de lado, inserta a un mango de madera; la arrancadora de papas en cadena SERMI CP-3 es un equipo de montaje integral al tractor, con enganche de tres puntos y activado por el eje de toma de fuerzas que mueve todo el sistema de transmisión de la cadena de zarandeo y el tractor agrícola acoplado con rejas, es el apero generalmente utilizado para eliminar el pie de arado y también en la cosecha, va suspendido a los tres puntos del hidráulico y en su bastidor se fijan brazos inclinados hacia delante y protegidos en su parte final por una reja recambiable en forma de cuña para facilitar la penetración en el terreno y proteger al brazo. La cosechadora con cadena es la que extrajo mayor cantidad de tubérculos del suelo de la variedad Canchán con un valor de 16,283.33 kg ha⁻¹ y la cosecha manual reporto menor cantidad de extracción del suelo de la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 11,316.67 kg ha⁻¹, durante la campaña agrícola 2019; el tiempo en las cosechas, la cosechadora con cadena en la variedad Roja Ayacuchana reporto un menor tiempo de 4.39 horas ha⁻¹ con maquinaria agrícola y el mayor tiempo fue la cosecha manual en la variedad Canchán con un reporte de 539.12 horas ha⁻¹ (67.39 jornales/ha). La cosechadora con cadena en la variedad Canchán, reporto el mayor beneficio económico debido al menor costo de cosecha de S/ 1,576.00 ha⁻¹ y la cosecha manual en la variedad Canchán reporto el menor beneficio económico debido al costo elevado de cosecha de S/ 3,495.00 ha⁻¹. De los resultados obtenidos, se concluye que la cosecha con cadena genera mayor beneficio económico para las mismas condiciones y características agronómicas en comparación con la cosecha manual y la cosecha con rejas.

Palabras clave: Método de cosecha, papa.

INTRODUCCIÓN

EL Programa de Servicios de Apoyo para Acceder a los Mercados Rurales, (PROSAAMER, 2008) expresa que, la papa es una planta autóctona de la región andina peruana. Constituye un componente fundamental de la dieta de una parte significativa de la población mundial, desempeñando un papel crucial en la mitigación del hambre y la promoción de la seguridad alimentaria de extensas poblaciones en todo el mundo. En la actualidad, el cultivo de la papa es el de mayor importancia en el esclarecimiento del Valor Bruto de la Producción Agrícola en el Perú.

La zona de Ayacucho otorga una importancia significativa a la producción de papa, tal como lo demuestran las cifras proporcionadas por la Dirección de Información Agraria y Estudios Económicos (DIA, 2019). El sector agropecuario reporta que se observa una producción promedio anual de 302,000 toneladas. Hubo un aumento significativo en la producción de tubérculos de 2008 a 2017, con un pico notable observado en 2015, alcanzando un total de 327,320 toneladas de tubérculos de diversos tipos. Según los reportes de la Dirección Regional Agraria (DIA, 2019), las provincias de Huamanga, Cangallo y La Mar exhiben los mayores niveles de producción regional, con Huamanga produciendo 148,000 toneladas, Cangallo produciendo 71,077 toneladas y La Mar produciendo 21,804 toneladas.

Otro dato interesante es el rendimiento por hectárea. Por ejemplo, en 2017 se cosechó un total de 14,514 kilogramos por hectárea, lo que se tradujo en un precio en finca de 0.90 soles por kilogramo. Actualmente, el consumo nacional per cápita de papa es de 70 kilogramos al año, mientras que en la región Ayacucho promedia los 80 kilogramos. La importancia de la producción de papa en la zona hace necesaria la implementación de programas que faciliten la producción masiva de este cultivo, promoviendo así su consumo (DIA, 2019).

Acocro es un lugar de cultivo de la papa muy dinámico y convencional. El cultivo de la papa se centra sobre todo en la agricultura minifundista y a pequeña

escala, que se distingue por un enfoque especializado del cultivo de este tubérculo y una disponibilidad limitada de recursos de gestión, organizativos y físicos. Acocro cultiva principalmente los tipos de papa Canchán, Roja Ayacuchana y Yungay, con un rendimiento promedio de alrededor de 19 t ha⁻¹. Las bajas temperaturas afectaron a las parcelas de papa de Acocro durante la campaña analizada. Los productores reportaron una pérdida de producción de 9 t ha⁻¹ como consecuencia de este incidente. En otras palabras, de no haberse producido el suceso, la producción de patata habría sido de 27 t ha⁻¹ (PROSAAMER, 2008).

La cosecha se refiere al proceso de recoger los tubérculos del suelo y luego clasificarlos correctamente. Los diversos métodos de recolección de tubérculos incluyen técnicas semimecanizadas, de yunta y manuales. La eficacia de cada método está determinada por la velocidad de extracción y la cantidad de tubérculos que permanecen bajo tierra (Otiniano, 2018).

En los últimos años, el distrito de Acocro ha experimentado notables avances tanto en la superficie cultivada como en la producción de papa. Estos avances pueden atribuirse a la creciente demanda de papas y a la migración de productores de Andahuaylas y Huancayo. Estos agricultores alquilan tierras y utilizan fertilizantes, insumos y pesticidas en sus prácticas de cultivo. La producción de papa de Acocro se destina a las zonas urbanas de Huamanga, Lima, Ica y Nazca, así como a la selva de Ayacucho.

El objetivo general del presente trabajo de investigación es: Analizar los métodos de cosecha de dos variedades de papa, en la localidad de Acocro 2019. Del mismo modo los objetivos específicos de la investigación son:

- Describir los equipos utilizados en la cosecha de dos variedades de papa en la localidad de Acocro 2019.
- Evaluar los métodos de cosecha de dos variedades de papa en la localidad de Acocro 2019.
- Determinar el método más adecuado de cosecha de papa en la localidad de Acocro 2019.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

La principal actividad del poblador de Acocro es la agricultura, esto implica que las unidades productivas agrícolas de esta zona enfrentan una dotación de activos públicos limitada, lo que repercute en su capacidad productiva y en las condiciones de vida del productor y su familia. En tal sentido, para fomentar el desarrollo productivo en las zonas rurales; y por ende en la actividad agrícola, se requiere diseñar políticas que fomenten la expansión de la dotación y de la calidad de los activos públicos de su población. Acocro se encuentra dentro de los distritos pobres del país, refleja la escasa dotación de activos públicos por parte de un alto porcentaje de su población, tanto urbana como rural (PROSAAMER, 2008).

La clasificación del poblador de Acocro está determinado por los tipos de producción principalmente las que se dan en el sector agrícola y comercial, los medianos productores son la mayoría, seguido de los pequeños productores, campesinos son la minoría y comerciantes.

La cosecha de la papa comprende las actividades de escarbado y recojo. El escarbado consiste en remover el suelo para posteriormente extraer los tubérculos. Esta actividad es realizada por los varones en forma manual, utilizando un instrumento llamado azadón. En la actualidad en el distrito de Acocro el 96.30% de los agricultores realiza la cosecha manual y solo el 3.70% de los agricultores emplea equipos mecánicos en la cosecha de papa (PROSAAMER, 2008).

Según Méndez e Inostroza (2009) definen que:

La cosecha de papa, es una de las labores más costosas que requiere mayor número de personas y mejor organización que cualquier otra labor. Corresponde el cierre de la etapa del cultivo y el inicio del acondicionamiento para el mercado. La cosecha se realiza cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica, caracterizada porque las plantas se ponen amarillentas y flácidas, los tallos se abren apoyándose sobre el suelo y los tubérculos se desprenden

con facilidad de sus estolones. La cosecha es la separación de los tubérculos de la planta madre y contempla: remover el suelo; recolectar los tubérculos; separar los tubérculos del suelo, terrones y restos de plantas; transportar hasta el lugar de clasificación y empaque o almacenamiento. La cosecha es una labor de alto riesgo debido a los daños que se puedan ocasionar en los tubérculos. Por ello se debe tener especial atención y cuidado en esta actividad, en particular considerando que los tubérculos es un sistema viva, suculenta y muy susceptible a daños por golpes y magulladuras. Si las papas se destinan a almacenaje, se dejan enterradas en el suelo para que la piel se haga más gruesa, de esta manera se evitan las enfermedades que se generan durante el almacenamiento. En la mayoría de los cultivos existen tipos de cosecha, la manual, semi-mecanizada y la mecanizada. En el cultivo de papa, se utilizan ambas alternativas y/o la combinación de éstas. Por muchos siglos las herramientas de mano fueron los únicos métodos usados para la recolección de la producción o cosecha. Con la expansión industrial, se inicia un proceso de mecanización de la labor de cosecha que aún continúa y que busca, mediante la aplicación de métodos mecánicos apropiados y económicos, incrementar la producción de alimentos, aliviar el esfuerzo físico del hombre, mejorar su capacidad, eficiencia, calidad de trabajo y a la vez elevar el nivel de vida de los trabajadores. La opción de un método u otro depende fundamentalmente del destino de la producción y muy especialmente del tamaño del predio a ser cosechado. La introducción de equipos tecnológicos a las faenas y labores de cosecha de papa permite disminuir los costos, mejorar la calidad y la eficiencia de esta labor. Bajo nuestras condiciones productivas es recomendable el empleo de mecanización apropiada, es decir, adecuada a la situación económica y social particular de la región, manteniendo un adecuado equilibrio entre medios mecánicos complejos, en paralelo con medios simples adaptados a explotaciones agrícolas de pequeño y mediano tamaño. (p. 71)

1.2 COSECHA DE PAPA

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2020) describe a:

La cosecha como escarbe, se realiza cuando los tubérculos ya no se pelan al ser friccionados con los dedos. En las condiciones de la región altiplánica del Perú, la cosecha es generalmente realizada entre el 20 de abril y 20 de mayo, dependiendo de las variedades, incidencia de plagas, enfermedades y

condiciones climáticas. En pequeños campos de cultivo de agricultura familiar, generalmente, la cosecha es manual, utilizando herramientas tradicionales denominadas lijuanas y en áreas más grandes también se puede realizar de forma semimecanizada, mediante una cosechadora que deja los tubérculos sobre la superficie del terreno para su recojo manual. Esta labor es complementada con el rebusque manual de los tubérculos enterrados dentro del terreno. (p. 30)

Según Guglielmetti (1984) define a:

El tubérculo debe recolectarse cuando haya alcanzado un tamaño adecuado para el mercado o la patata temprana, en función de la demanda del mercado. Se considera inmaduro cuando se cosecha, ya que se encuentra en una fase en la que la piel se desprende fácilmente (pelado) y tiene un alto contenido en agua. Por lo general, el tubérculo es susceptible a las lesiones, lo que se traduce en una resistencia muy pobre al almacenamiento. La recolección en la zona centro norte y centro comienza en agosto, dependiendo de la zona concreta y del momento de la plantación.

Se estima que en la cosecha se produce el 75 por ciento de los daños mecánicos que reciben las papas. Es por ello que al realizar esta práctica deben extremarse los cuidados para evitar las pérdidas que se producirían durante ella o posteriormente en el almacenaje, a causa de los golpes recibidos. (p. 16)

Según Ortiz & Cañavate (2003) expresan que:

La cantidad de suelo removido, el tipo de suelo y la profundidad a la que se encuentran los tubérculos son algunos de los criterios que intervienen en el éxito de la cosecha mecánica de papas. En pocas palabras, el objetivo es conseguir una buena agrupación de tubérculos a poca profundidad hasta la parte superior del caballón. Para levantar toda la parte superior del caballón, la profundidad de trabajo de los sistemas de arranque oscila entre 12 y 14 centímetros. Como tienen que eliminar una cantidad de suciedad mucho mayor que las papas, las piezas de elevación y limpieza inicial tienen que ser bastante resistentes.

La máquina cosechadora de papas transporta una cantidad de tierra que oscila entre 1000 y 1300 toneladas métricas por hectárea, lo que equivale

a entre 30 y 100 veces la cantidad de patatas. En pocas palabras, la máquina requiere el movimiento de 70 a 100 kilogramos de tierra por cada metro lineal que opera, pero sólo se recogen de 1 a 2 kg de patatas. (p. 357)

Según Laguna (1990) define que:

En el contexto de la cosecha de papas, suelen emplearse dos categorías principales de maquinaria: arrancadoras y cosechadoras. Las arrancadoras extraen los tubérculos del suelo, los dividen y los limpian, dejándolos en el suelo, en la superficie y en hileras para permitir su posterior recolección. Las cosechadoras realizan tareas idénticas, pero además trasladan los componentes cosechados a un depósito o los introducen en sacos. La presencia de ramas aéreas y malas hierbas en las plantas de patata suele plantear problemas importantes para el funcionamiento óptimo de esta maquinaria. Muchas cosechadoras agrícolas están equipadas con sistemas diseñados para eliminar eficazmente las malas hierbas y los arbustos. Sin embargo, se recomienda reducir al mínimo la altura de la vegetación antes de la cosecha, ya que esto mejorará significativamente la eficacia del equipo cosechador.

La parte aérea de la planta de patata, puede eliminarse de dos formas: aplicando herbicidas que sequen la planta; o bien utilizando desbrozadoras de cadenas, latiguillos o similares para trocear finamente las hojas y tallos. Las máquinas posteriormente sólo tendrán que extraer y limpiar los tubérculos, sin que les estorbe la maleza o se produzcan atascos. (p. 303)

Según Gil (1995) describe a:

La extracción de la papa implica excavar cuidadosamente las crestas, separar delicadamente los tubérculos de la tierra y del resto de la planta y apilarlos ordenadamente para transportarlos a la zona de almacenamiento. Extraer las patatas manualmente puede ser todo un reto y requerir mucho tiempo si se compara con el uso de métodos automatizados. Uno de los principales retos es manipular y transportar eficazmente una cantidad significativa de tierra, piedras y terrones del producto cosechado, garantizando al mismo tiempo su integridad. Varios inconvenientes se derivan del tamaño desigual de los tubérculos y de las condiciones variables del suelo en el que se cultivan. (p. 316)

Muchas unidades de producción dependen en gran medida de la mano de obra, lo que puede plantear problemas económicos. La escasez de trabajadores calificados ha hecho cada vez más difícil satisfacer la demanda, lo que ha llevado a la necesidad de mecanización. Sin embargo, esta solución también conlleva sus propios problemas.

A la hora de cosechar, enfrentarse a una gran cantidad de material vegetal puede dificultar mucho el trabajo de los arrancadores. Por eso se recomienda eliminarlo de antemano, utilizando métodos mecánicos, físicos o químicos. (p. 317)

Según García (2000) define que:

La recolección es un proceso muy complejo en el cultivo de la patata. Este proceso se realiza cuando los tubérculos han alcanzado el grado de madurez adecuado, están completamente suberizados y muestran tendencia a desprenderse de los estolones. En ese momento, las plántulas se secan, cambian de color a un tono amarillento y se vuelven frágiles. Cuando se trata de papa de consumo, el calendario de recolección puede ajustarse a la demanda del mercado:

- Cuando se trata de las papas tempranas que hay que vender sin tiempo de almacenamiento, se puede adelantar el proceso de recolección, aunque las plantas estén todavía verdes. Basta con retirar la parte aérea de las plantas.
- Para un almacenamiento óptimo, es importante cosechar la patata cuando haya alcanzado la plena madurez. De lo contrario, puede disminuir la calidad durante el almacenamiento. (p. 59)

Según EOS Data Analytics (2023) menciona que:

El crecimiento de la tecnología agrícola es algo relativamente reciente, pues la producción agrícola se basó en gran medida en la subsistencia y se caracterizó por una escasa productividad hasta principios del siglo XX. Esta época, conocida como "agricultura 1.0", está marcada por la invención del arado y el uso generalizado de la tracción animal. La agricultura 2.0 comenzó a finales del siglo XIX con la introducción de maquinaria mecánica, como los tractores. Más tarde, la tecnología agrícola experimentó una serie de ciclos de desarrollo activo a medida que el ritmo del progreso tecnológico aumentaba enormemente.

1.3 MÉTODOS DE COSECHA

1.3.1 Cosecha manual

El método de cosecha manual es ampliamente utilizado en la región de Ayacucho y otras zonas productoras de papa, ya que se ha practicado durante siglos. Con este método, el agricultor y sus trabajadores cosechan cuidadosamente los tubérculos a mano, utilizando herramientas para garantizar un enfoque profesional. A continuación, los tubérculos se colocan en sacos de polietileno y se transportan a un almacén para su posterior comercialización u otros fines necesarios. Este método es respetuoso con el medio ambiente, pero puede considerarse lento e ineficaz.

Según Méndez e Inostroza (2009) definen que:

La cosecha manual en arrancar, recoger y ensacar a mano los tubérculos, utilizando para ello diferentes implementos manuales tales como azadones, gualatos o picotas. Es un sistema lento, que requiere alta mano de obra, y produce pérdidas y daño en los tubérculos. Este el sistema predominante para cosechar las papas en nuestro país. Por el alto uso de mano de obra, es un sistema caro, sin embargo, la principal ventaja que presenta se basa en la capacidad del ser humano de manipular el producto cosechado con mayor suavidad, garantizando una mayor calidad y menor daño. Otro aspecto favorable de este sistema es que no requiere una inversión inicial considerable. Presenta como inconveniente la necesidad de contar con personal con algún grado de entrenamiento, requiere mayor supervisión y realizar acuerdos contractuales La cosecha debe realizarse en días de buen clima. De este modo los tubérculos permanecen al aire y en el terreno el tiempo suficiente para disminuir la humedad superficial, facilitar el secado y eliminar el suelo adherido. La recolección debe hacerse, en lo posible en canastos de reja gruesa para evitar acumulación de suelo, jabas o cajas, con el fin de evitar exceso de golpes o daños. Además, en esta operación deben ir apartándose todos los tubérculos partidos, picados o lesionados por la acción de los implementos de cosecha y aquellos que presentan síntomas de ataques de insectos o enfermedades. (p. 77)

1.3.2 Cosecha semi mecanizada

El método semi mecanizado esta constituidos por equipos acoplados al tractor, el cual permite extraer y separar los tubérculos del suelo, dejándolas en

hileras en la superficie, para su recolección manual con jornaleros de la zona, para colocarlos en sacos de polietileno y almacenarlos. También conocido como una cosecha mixta, rápida y rentable, ocasiona daños ecológicos y tiene un costo inicial elevado.

Según Méndez e Inostroza (2009) definen en:

Arrancar las plantas en forma semi mecanizada, para recoger y ensacar a mano en campo, o ensacar sobre la máquina. Para ello se puede usar un arado arrancador; una arrancadora de una o dos hileras, que destapan, levanta y dejan sobre el suelo los tubérculos; o una arrancadora que destapa, levanta y sube los tubérculos a la máquina para separarlos de los terrones y restos vegetales y para ensacarlos sobre la máquina. Bajo la mayoría de las condiciones de producción de nuestra región, este es el sistema más adecuado de cosecha, puesto que utiliza un medio mecánico simple (arrancadora), que destapa los tubérculos y que, combinado con la recolección manual de éstos, permite la realización de una preselección antes de llegar a bodega. La principal ventaja de este sistema es la disminución del uso de mano de obra, la rapidez en la cosecha y la disminución de las pérdidas por tubérculos partidos o dañados. Si ocurre un ataque de Tizón tardío al tubérculo, en algunas ocasiones es mejor dejarlo en el suelo, para que se pudra visiblemente y así eliminarlos durante la cosecha. Cuando el problema es de *Erwinia* spp (Pie negro) y *Phoma* es recomendable la cosecha bajo condiciones asoleadas. Arrancar los tubérculos y dejarlos al menos una hora expuestos al sol, permite que la luz ultravioleta (UV) actúe como bactericida y fungicida, lográndose una reducción de enfermedades en el producto almacenado. (p. 78)

1.3.3 Cosecha mecanizada

El método mecanizado se basa en tecnologías modernas, es decir, máquinas para separar los tubérculos del suelo. Estas tecnologías incluyen grandes máquinas cosechadoras y herramientas mecánicas que mejoran la eficacia de las cosechadoras, lo que se traduce en una cosecha más rápida y rentable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que pueden tener consecuencias ecológicas y requieren una importante inversión inicial.

Según Méndez e Inostroza (2009) definen en:

Arrancar, recoger y ensacar automáticamente los tubérculos, usando medios completamente mecanizados. Para esto se usan máquinas especializadas que disminuyen el uso de mano de obra, mejoran y permiten cosechar grandes superficies en menor tiempo, dando como resultado, una disminución del costo por unidades cosechadas. Este sistema es adecuado para plantaciones comerciales de mayor superficie, que permiten financiar cosechadoras de mayor rendimiento y costo.

Los principales inconvenientes de este sistema son la inversión significativa, el mantenimiento y la utilización limitada de los equipos la mayor parte del año en la región que se va a cosechar, las características geográficas, el tipo de suelo y la logística deben tenerse en cuenta a la hora de comprar equipos especializados en nuestra región. Antes de mecanizar la cosecha, hay que cambiar todo el sistema de producción, incluida la siembra mecánica, la nivelación del campo y las variedades de alta manipulación. Sin embargo, la clasificación, la limpieza y el envasado deben modificarse para las grandes cosechas. (p. 80)

1.4 TIPOS DE COSECHADORAS

Para realizar las labores de arrancado son varios los sistemas y tipos de máquinas que existen en el mercado. A continuación, expondremos algunos de estos tipos. Según Laguna (1990) describe:

1.4.1 Arrancadoras de cadenas

En la figura 1.1, se observa una arrancadora de tipo suspendido, y cuyo sistema de limpieza es de cinta transportadora de cadenas. Posee los siguientes elementos y mecanismos:

Reja. - Consiste en un conjunto de cuchillas para cortar respectivamente, el fondo y las paredes del surco. Es importante asegurarse de que la cuchilla transversal está colocada a una profundidad adecuada en relación con las patatas. Esto ayudará a evitar cualquier daño potencial a las patatas. Sin embargo, también es crucial evitar colocar la cuchilla demasiado baja, ya que esto puede suponer un esfuerzo excesivo para el sistema de cribado del suelo y un mayor consumo de energía. Es importante asegurarse de que las

cuchillas verticales estén correctamente alineadas con el caballón donde se encuentran los tubérculos.

Cadena longitudinal. - La toma de fuerza del tractor acciona la cadena longitudinal que recoge la tierra y los tubérculos extraídos por la reja. Simultáneamente, la cadena transporta eficazmente los tubérculos a la parte trasera de la máquina, donde se lleva a cabo un meticuloso proceso de cribado para eliminar una cantidad significativa de tierra. Algunas máquinas tienen rodillos reemplazables en la parte superior que pueden disponerse en forma circular o elíptica. La forma circular permite que la cadena se deslice suavemente, mientras que la forma elíptica crea un movimiento galopante con fuertes sacudidas, ideal para limpiar tubérculos en suelos arcillosos o húmedos. (p. 303)

Cadena transversal. - Ubicada detrás de la cadena longitudinal, en un plano inferior, forma un ángulo recto. Continúa la separación del suelo y el cribado con todo el material de la otra cadena. Además, los tubérculos se desplazan hacia un lado, dando mayor espacio a la rueda del tractor.

Ruedas. - Ayudan a la máquina durante su funcionamiento. En algunas máquinas, el eje de rotación de la rueda está situado en un codo excéntrico respecto al eje que la une al bastidor, lo que permite regular la altura. El eje en su unión con el bastidor suele ser telescópico, por lo que las ruedas pueden estar a mayor o menor distancia de la máquina para desplazarse por el fondo del surco y seguir el caballón que se está extrayendo.

Regulaciones. - En general, podemos afirmar que las regulaciones y ajustes son sencillos. Los principales son los siguientes:

Profundidad de la reja. - Como ya se ha señalado, debe ser la adecuada para no dañar las patatas ni extraer excesiva tierra. Se modifica subiendo o bajando el bastidor de la máquina; variando la posición del eje excéntrico de las ruedas también variará la profundidad a la que penetra la reja en el terreno. En algunos casos, se puede modificar también alargando o acortando la posición del tercer punto de enganche al tractor. Debe tenerse en cuenta que, al bascular la máquina sobre sus ruedas, cuanto más acortemos el tercer punto más profundidad alcanzará la reja. (p. 304)

Centrado con el caballón. - Aparte del cuidado lógico que debe prestarse en la conducción para seguir una trayectoria sobre el caballón, la máquina debe adoptar una determinada posición respecto al tractor. Se ajustarán los tensores laterales de los brazos de tiro del tractor para lograr que la reja vaya perfectamente centrada sobre el caballón.

Intensidad de la criba. - En terrenos sueltos y con poca humedad, la tierra se desprende fácilmente de los tubérculos en la criba, por lo que la correcta limpieza y separación está asegurada. En circunstancias adversas, se puede recurrir a colocar unos rodillos de apoyo en la cadena, de forma elíptica, para provocar sacudidas en la cadena que ayuden a desprender la tierra.

Figura 1.1

Arrancadora de papa dotada de cadenas



Fuente: Catalogo sermisaperu 2019

1.4.2 Arrancadoras de tamices oscilantes

En la figura 1.2, se observa una arrancadora de tamices oscilantes. Posee los siguientes elementos y mecanismos:

Reja. - Al igual que en la máquina del punto anterior, se encarga de cortar paredes y fondo del surco sobre el caballón para entregar tierra y tubérculos al sistema de limpieza. En este caso concreto es mucho más ancha, pero se debe a que está pensada para trabajar simultáneamente en dos líneas de patatas. Para cortar las paredes dispone de dos machetes sujetos al bastidor, que facilitan de esta forma la labor a las dos palas y a los bordes de la reja que trabajan a continuación.

Tamiz delantero. - Como su propio nombre indica es el mecanismo de limpieza y criba de las patatas. Está formado por una parrilla de varillas que

van sujetas al borde posterior de la reja. Todo este conjunto (reja y tamiz), se une al bastidor de la máquina mediante un eje, gracias al cual puede oscilar lateralmente al imprimírle movimiento la toma de fuerza. Estas oscilaciones del tamiz facilitan en gran manera la criba de las patatas, que van cayendo por atrás sobre el tamiz trasero.

Tamiz trasero. - Está situado inmediatamente detrás del delantero y en un plano inferior. Va dotado también de un movimiento oscilante. Continúa la labor de limpieza para ir dejando caer las patatas a continuación alineadas sobre el terreno. (p. 305)

Figura 1.2

Arrancadora de papa dotada de tamices oscilantes



Fuente: Catalogo tecnodeliv 2019

1.5 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

El principal objetivo del agricultor del distrito de Acocro es garantizar la producción de tubérculos de alta calidad. Para ello es necesario cosechar en el momento adecuado y utilizar el método de extracción correcto, ya que estos factores influyen significativamente en la calidad y la conservación de los tubérculos. Para los agricultores suele ser un reto tomar la decisión de cosechar temprano o tarde. En el primer caso, una cosecha prematura puede dar lugar a papas poco desarrolladas y con falta de sabor y textura, una papa joven no madurada no se debe almacenar, porque si se almacena, producirá muchos brotes. En segundo caso, los tubérculos se vuelvan demasiado grandes, leñosos y propensos a enfermedades, una papa madura se puede almacenar, en el ambiente adecuado, durante varios meses. Es fundamental encontrar el equilibrio adecuado y cosechar las papas en el momento óptimo.

Según Peñarrieta (2001) menciona que:

En el trabajo de investigación titulado "Evaluación de dos sistemas de producción de camote bajo condiciones de El Zamorano, Honduras", donde el objetivo del estudio fue mejorar el sistema de producción de camote, al reducir el porcentaje de daño mecánico y obtener mayor rendimiento comercial. El cultivar evaluado fue 'Kansas III'. Usó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela principal fue el tipo de cosecha (motocultor o surcadora). La subparcela fue el distanciamiento de siembra o plantación (simple, doble o triple hilera). Se midió número, peso de raíces totales, comerciales, no comerciales y porcentaje de daño mecánico. La siembra a doble hilera cosechada con surcador obtuvo un menor número de raíces no comerciales. El mayor rendimiento total, se obtuvo al sembrar a simple hilera y cosechar con motocultor ($30,456 \text{ kg ha}^{-1}$); el distanciamiento a doble hilera cosechado con surcadora, obtuvo el mayor rendimiento comercial ($24,150 \text{ kg ha}^{-1}$), cuya diferencia fue estadísticamente diferente ($P < 0.01$) al sistema a triple hilera cosechado con surcador. La siembra a simple hilera cosechada con surcador tuvo el menor rendimiento no comercial y el menor daño mecánico en porcentaje y peso. Para el peso por raíz total, comercial y no comercial, el distanciamiento a triple hilera fue significativamente menor ($P < 0.01$) debido a la competencia por la alta densidad de plantas sembradas. La siembra a simple hilera cosechada con motocultor y la doble hilera cosechada con surcadora obtuvieron igual rentabilidad. Se debe continuar evaluando estos dos últimos distanciamientos para determinar cuál es significativamente mejor. (p. 2)

Según Batista (2012) expresa que:

El presente estudio, titulado "Evaluación del costo de producción y rentabilidad del camote en dos métodos de cosecha", se realizó en la Estación Experimental El Ejido del IDIAP, ubicada en la provincia de Los Santos, Panamá. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el costo de producción del camote y su rentabilidad en relación a los métodos de cosecha manual y mecanizada. Durante el año 2010-2011, se establecieron dos parcelas de 0,8 hectáreas cada una, con una densidad de siembra de 28,000 plantas por hectárea. Los gastos asociados a la preparación del terreno, la plantación, el mantenimiento y la cosecha se documentaron a los precios de mercado vigentes. La determinación de la rentabilidad se llevó a cabo mediante un análisis presupuestario parcial, en el que los costes fluctuantes y los rendimientos de las parcelas se proyectaron en hectáreas. Los

resultados muestran que el costo total se incrementó en 16.3% al realizar una cosecha manual de los tubérculos y que la productividad en tiempo fue 44 veces mayor al cosechar mecánicamente (88 quintales/hora-maquina vs 2 quintales/hora-hombre). Los rendimientos mostraron ser estadísticamente homogéneos ($P=0.795$) mediante una prueba T. La relación beneficio/costo en ambos métodos resultó superior a 3.00 indicando una buena rentabilidad. Sin embargo, el análisis de presupuesto parcial demostró que económicamente la cosecha manual es dominada por la cosecha mecánica, debido a que presenta un menor beneficio neto y un mayor costo que varía en relación con la cosecha mecánica. El estudio concluye que la cosecha mecánica presenta ventajas en términos de tiempo ahorrado y el costo relativo de la maquinaria en relación al costo de la mano de obra. (p. 295)

Según Orbe (1980) destaca que:

De acuerdo al informe de comparación de los tres métodos de cosecha en el cultivo de la papa, comparando la cosecha manual con la cavadora de molinete se justifica un cambio al sistema tecnificado con una superficie de cosecha 16.76 hectáreas, para la cavadora de cadena sin fin, se justifica el cambio del sistema manual a las 18.86 hectáreas, pero con esta superficie sería más económico trabajar con la cavadora de molinete en vista de que el costo por hectárea de los sistemas semi-mecanizados se equilibra a las 24.42 hectáreas. (p. 2)

Según Rojas (2016) afirma que:

El sistema de cosecha que mayor porcentaje de papas que recoge del suelo fue la semi mecanizada que tiene 96.26% ($16,833.33 \text{ kg ha}^{-1}$) en la variedad de papa Híbrida "Silver". Mientras que el sistema de cosecha tradicional tiene 94.86% ($14,500.00 \text{ kg ha}^{-1}$) durante la campaña agrícola 2015-2016. En cantidad de papa cosechada por tiempo, el sistema semi mecanizado tiene menor tiempo con 0.39 jornales/ha (3.15 horas/ha) con la variedad de papa Híbrida "Silver". El mayor tiempo fue con la cosecha tradicional con 71.53 jornales/ha (572.22 horas/ha). Según el estimado económico, con el sistema semi mecanizado en la variedad de Híbrida "Silver", tiene mejor relación beneficio costo de 3.00 y una rentabilidad económica de 200.10%. La cosecha tradicional tiene una relación beneficio costo de 1.65 y una rentabilidad económica del 64.72%. (p. 49)

Según Crisci & Vilaro (1993) definen a:

La condición óptima del suelo para el rendimiento de los cultivos se alcanza cuando se encuentra en su estado más favorable para la labranza. La cosecha durante las horas más cálidas (de 10 a 16 horas) del verano se ve muy limitada por las condiciones ambientales menos restrictivas, lo que disminuye la probabilidad de una conservación prolongada.

Un surco de un metro de anchura puede producir un máximo de 4 kilos de patatas. Sin embargo, esta modesta cantidad requiere el desplazamiento de unos 75 a 100 kg de tierra. Esto permite comprender el nivel de esfuerzo que soportan las máquinas, así como el potencial de pérdidas de patatas. Las pérdidas en el rendimiento agrícola pueden deberse a daños en las patatas o a su ocultación por la tierra desplazada. Las pérdidas por ocultación se producen cuando la tierra no se separa adecuadamente durante el arranque de la patata o cuando la planta se arranca de forma incorrecta. La importancia de estas pérdidas depende del nivel de ajuste del equipo y de la profundidad de la reja. (p. 21)

Gutiérrez & Aquino (2020) dicen que, su estudio de tesis fue técnico, ya que inventó un equipo de cosecha de papa. Se utiliza porque este equipo acelerará la cosecha de papa.

Se utiliza el nivel de investigación. crear, a menudo conocido como innovación, utiliza la investigación experimental para crear tecnología de uso inmediato en la solución de problemas de la sociedad para aumentar la eficiencia y la producción (Espinoza, 2014, p. 91).

Redagrícola (2021) refiere que, el 80% de las papas producidas en la nación provienen de las zonas altoandinas debido a limitaciones técnicas. El 20% restante se traslada a la costa para cosechar con nueva tecnología. La mayoría de los productores de patatas tienen problemas de producción y rentabilidad, pero los expertos afirman que la tecnología puede ayudar. Esta es la estrategia que Siembras del Perú ha utilizado en sus zonas del norte de Lima e Ica.

1.6 PROCESO DE PRODUCTIVO DE LA PAPA

El proceso productivo según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013) describe:

1.6.1 Preparación de terreno

Para producir papa se necesita terrenos bien preparados; de tal manera, que el terreno quede profundo (35 cm o más), suave y sin terrones ni piedras grandes. Lo importante es que el terreno quede adecuadamente preparado para recibir la semilla. (p. 4)

1.6.2 Siembra

Se coloca la semilla en el fondo del surco orientado con los brotes hacia arriba. El distanciamiento entre semillas depende si la producción es para consumo o para semilla; para consumo entre 25 a 30 cm y para producción de semilla entre 15 a 20 cm. Se tapa la semilla manual, con yunta o tractor y con suficiente cantidad de tierra cuidando de no malograr la semilla. (p. 8)

1.6.3 Fertilización

En algunas zonas los agricultores sólo aplican materia orgánica (estiércol) al momento de la siembra, lo cual no es suficiente para lograr buena producción de papa; por eso obtienen rendimientos bajos (8 a 9 tn ha⁻¹). Al momento de la siembra se aplica el 100% de fósforo, el 100% de potasio y sólo el 50% del nitrógeno. Al momento del primer aporque o ashal, se utiliza la urea; de esta manera, se aplica el 50% de nitrógeno que faltaba.

1.6.4 Deshierbo primer aporque o ashal

Consiste en remover el suelo con la ayuda de una lampa o lampilla, se realiza 30 días después de la siembra, cuando el cultivo tiene 15 a 20 cm de altura. (p. 9)

1.6.5 Aporque y Segunda Fertilización

Se realiza 15 a 20 días después del ashal, consiste en amontonar abundante cantidad de tierra alrededor del cuello de las plantas. El aporque favorece el desarrollo de tubérculos, evita el ataque de plagas y enfermedades y el verdeamiento de tubérculos en formación. (p. 9)

1.6.6 Control Fitosanitario

Los fungicidas son productos de uso común en la producción de papa, hay fungicidas de acción preventiva y curativa; lo importante, es aplicar remedios bajo la supervisión de un técnico entendido en la materia. (p. 12)

1.6.7 Riego

La producción de papa se realiza casi en su totalidad con agua de lluvias; de esta manera, si las lluvias no están bien distribuidas durante el desarrollo vegetativo y maduración sufrirá exceso o déficit de agua, repercutiendo negativamente en la calidad, cantidad y tamaño de tubérculos para semilla o consumo. En caso de contar la zona con riego se debe complementar a las lluvias escasas, regando especialmente en las fases del crecimiento después del “ashal” y aporque; en inicio de floración y en tuberización. (p. 9)

1.6.8 Cosecha

Es la actividad que consiste en sacar la papa del suelo cuando esta ha llegado a la madurez de cosecha. Esta labor se realiza con lampillas, con yunta y medios mecánicos, cuidando de no malograr los tubérculos. (p. 13)

1.7 CONCEPTOS GENERALES

1.7.1 Papa

Según Egúsquiza (2011, como se citó en Rojas, 2016), la patata es un tubérculo crucial que ofrece proteínas, energía, minerales y vitaminas. Prospera en las condiciones y la cultura de la sierra peruana, lo que la convierte en parte esencial de la dieta local. Además, su producción y cosecha contribuyen a los ingresos económicos de diversos actores de la cadena de producción y distribución. La producción eficiente de papa en la sierra peruana requiere considerar diversas estrategias para mitigar los gastos y desafíos que plantean las duras condiciones ambientales que prevalecen en esta zona. (p. 24)

1.7.2 Variedad de papa

Según Egúsquiza (2013, como se citó en Rojas, 2016), variedad es un grupo de plantas con flores, tallos, tubérculos y tamaños similares. La consistencia

agronómica incluye la maduración, la adaptabilidad y la resistencia a plagas y enfermedades. (p. 24)

- **Variedad Canchán**

El tubérculo comestible procede de plantas pertenecientes al género de la familia Solanáceas. El tipo Canchán, a veces denominado "papa rosada" por el color de su piel, tiene una pulpa que va del blanco al blanco cremoso. Forma redonda, número de tubérculos/planta 14 – 25, tamaño mediano a grande, hasta 1,5 kg por planta y de 40 a 50 t ha⁻¹ en condiciones experimentales.

- **Variedad Roja Ayacuchana**

Una nueva y mejorada variedad del tubérculo de color rojo y pulpa amarillo claro, que es resistente a las heladas y al hongo rancho (uno de los más dañinos), con una elevada cuota de producción y excelente calidad. Forma ovalada, número de tubérculos/planta 20 – 30, tamaño mediano a grande y de 40 t ha⁻¹ en condiciones experimentales.

1.7.3 Tubérculos

Según Pumisacho & Sherwood (2002, como se citó en Rojas, 2016), Los tubérculos son tallos carnosos con yemas y ojos en el extremo del estolón. La proliferación del tejido de reserva multiplica por 64 el crecimiento celular, dando lugar a los tubérculos. (p. 26)

1.7.4 Productividad de la papa por hectárea

La productividad de la papa por hectárea es la cantidad de papa que se puede extraer en una hectárea de terreno. Esta medida es importante para los agricultores, ya que les permite estimar la cantidad de papa que pueden producir en una temporada y planificar en consecuencia.

1.7.5 Costos

Según Pumisacho & Sherwood (2002, como se citó en Rojas, 2016), Los costos incluyen todos los gastos relacionados con la producción, no sólo el dinero en efectivo. Estos gastos o costes deben estar debidamente documentados y clasificados para su estudio. El sistema contable de este capítulo aborda los gastos variables y fijos. (p. 24)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

2.1.1 Ubicación política

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Acocro

2.1.2 Ubicación geográfica

- Coordenadas UTM : 603808.93 m E
8538433.40 m S
- Altitud : Oscila entre 2,500.00 a 4,300.00 m.s.n.m.

2.1.3 Límites:

El distrito de Acocro, se encuentra limitada por:

- Norte: Distrito de Acos Vinchos (Huamanga).
- Sur: Distrito de Vischongo (Vilcas Huamán).
- Este: Distrito de Ocros (Huamanga), Distrito Chilcas y Luis Carranza (La Mar).
- Oeste: Distrito de Tambillo y Chiara (Huamanga).

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA

Según al Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Acocro (PDC, 2013) describe las características de la zona:

2.2.1 Fisiografía:

Forma parte de la cordillera de los Andes y de la cuenca del río Yucaes, con pendientes bajas y altas, extensa flora y agricultura de secano. En la cuenca media y alta, los pastizales naturales, las laderas y las quebradas escarpadas se elevan entre 2.500 y 4.300 metros sobre el nivel del mar.

2.2.2 Topografía:

La topografía de Divortium Acuarium va de suave y ondulada con pendiente moderada a severos relieves de barrancos con afloramientos rocosos. La mitad central está formada en su mayor parte por barrancos con gargantas, topografía áspera y pendientes pronunciadas. Los valles largos y estrechos con terreno suave se encuentran en la sección inferior.

2.2.3 Geología:

Las regiones más altas y medias del recurso erosionan fuertemente, mientras que las partes más bajas lo hacen moderadamente. Este proceso está causado por el arrastre del suelo debido a las precipitaciones, la falta de vegetación, el uso intensivo del recurso y la agricultura inadecuada en pendiente. El color del suelo varía del plomo al gris en función de las propiedades físicas. La textura franco-arenosa y la profundidad oscilan entre 50 y 90 cm.

2.2.4 Climatología:

Las diferentes características del terreno y del clima proporcionan una variedad de climas que pueden clasificarse por sus cualidades más o menos uniformes. El mapa ecológico de Perú clasifica la región del proyecto como bosque subtropical húmedo-montano, con una temperatura media de 12 °C y precipitaciones anuales de 628,5 mm. De diciembre a marzo llueve más que de abril a noviembre.

2.2.5 Vías de Comunicación:

A la zona de estudio se puede llegar desde la ciudad de Ayacucho por una carretera que nace en Ayacucho y se extiende 42 km hasta la cabecera

distrital. Esta carretera también ofrece una ruta alternativa a la ciudad de Andahuaylas.

2.2.6 Actividad agrícola

La agricultura y la ganadería, centradas en la producción familiar o individual, son las principales actividades del distrito. El trabajo cooperativo "Ayni" domina la administración de la comunidad. Esto implica que las unidades de producción agrícola de esta región tienen una oferta restringida de bienes públicos, lo que repercute en su productividad y en las condiciones de vida de la familia del productor. Para promover el crecimiento productivo de las regiones rurales (incluyendo las actividades agrícolas), las políticas deben estimular el aumento y la calidad de los activos públicos de sus habitantes.

La mayor parte de la producción agrícola se destina a los mercados regionales y nacionales, y un 20-30% al autoconsumo y las semillas. En ferias semanales como las de Seccelambras se intercambian productos locales por alimentos, frutas, verduras, etc. procedentes de distintos distritos o provincias, una costumbre histórica que se mantiene en la actualidad.

La mayor parte de la población de Acocro trabaja en la agricultura, salvo los empleados por las instituciones y organizaciones de la capital del distrito. Los climas favorables y los pisos ecológicos de las comunidades permiten la agricultura en las zonas baja, moderada y alta de la expansión territorial. La papa, trigo, cebada, haba, arveja, quinua, maíz, olluco, mashua, oca y otras hortalizas son los principales cultivos, con alta incidencia de plagas como polilla, pikipiki, gorgojo andino, qarasaco, cogollo, mazorquero, pulgones, llamallama y enfermedades de los ranchos, alternaria, nemátodos, hongo chupador, ostilagos, roya. La fruticultura, horticultura y floricultura son actividades forestales poco frecuentes.

La falta de fuentes de captación de agua, sistemas de represas e infraestructura de riego limita el riego agrícola. Los estanques y ríos no ayudan a la agricultura del distrito sin canales de captación y riego. La tecnología y planificación de la producción agrícola la convierten en una opción viable para la economía de Acocro. La producción de tierra en la zona se realiza principalmente mediante maquinaria agrícola.

Las tierras agrícolas de la zona media se encuentran principalmente en Seccelambras, Chontaca, Matara, Ccollcca y Pantipampa. La papa se cultiva en Carhuaschocce, Acco, Tambucucho, Pampamarca, Parccahuanca, Yanahuanco, Cuchicancha, Quicato y Parcco, mientras que el maíz y la quinua se cultivan en Acocro, Rayan, Ccochani, etc. La tecnología agrícola afecta la economía distrital y provincial ya que dominan los productos de la zona en el mercado provincial. La agricultura, los trabajadores y la familia (padres, hijos, hijas y parientes) son la forma productiva de empleo.

Los tres pisos ecológicos del distrito ofrecen perspectivas de empleo muy beneficiosas. Por esta razón, la población alta, media y baja ha elegido la agricultura como una de las perspectivas económicas del distrito, siendo el suelo el mayor potencial productivo. Acocro contiene 40,683 hectáreas y 406,83 km² de terreno, que podrán ampliarse con infraestructura de riego, según el Ministerio de Agricultura.

En lugar de educación o capacitación formal, los productores agrícolas utilizan su conocimiento ancestral andino y nuevas tecnologías para maximizar el uso de la tierra y competir con otros agricultores de gran escala. Los compuestos agroquímicos que son nocivos y cancerígenos para las personas se utilizan sin orientación ni protección experta, lo que reduce la fertilidad y la estructura del suelo. El mal manejo del suelo y la aplicación de fertilizantes sin un análisis de fertilidad del suelo causan erosión y suelos improductivos. Los residuos de agroquímicos en los ojos de agua (puquial), acequias, arroyos y fincas de Acocro contaminan el medio ambiente y ponen en peligro la vida silvestre y a los habitantes.

Las semillas de baja calidad contaminadas con virus, bacterias, etc. reducen la producción agrícola y causan pérdidas económicas sustanciales. El comité de regantes está insuficientemente estructurado, el sistema de riego se inunda y el consumo y manejo del agua no está optimizado.

2.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó una metodología de investigación cuantitativa debido al carácter cuantitativo inherente a los datos. La naturaleza del estudio puede clasificarse como experimental debido a la manipulación deliberada de la variable independiente y la posterior medición de su impacto en la variable dependiente (Hernández, 2014). La

investigación se aplicó tres repeticiones de cada tratamiento dentro de un diseño experimental en las seis parcelas correspondientes a los usuarios.

2.4 FACTORES ESTUDIADOS

a) Métodos de cosecha (C)

- **Cosecha manual (c1):** con herramientas manuales.
- **Cosecha semi-mecanizada (c2):** tractor agrícola acoplado a la arrancadora de papas en cadena SERMI CP-3.
- **Cosecha semi-mecanizada (c3):** tractor agrícola acoplado con rejas.

b) Variedades de papa (V)

- **v1: Variedad Canchán**
Tubérculo harinoso comestible producido por plantas de un género de la familia de las solanáceas.
- **v2: Variedad Roja Ayacuchana**
Una nueva y mejorada variedad del tubérculo de color rojo y pulpa amarillo claro.

2.4.1 Tratamientos en estudio

En el presente trabajo de investigación, se comparó tres métodos de cosecha en dos variedades de papa. Esto hacen los 6 tratamientos como se representa en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Distribución de los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Combinación
c1v1	Cosecha1 manual y variedad Canchán
c2v1	Cosecha2 con cadena semi mecanizada y variedad Canchán
c3v1	Cosecha3 con rejas semi mecanizada y Variedad Canchán
c1v2	Cosecha1 manual y variedad Roja Ayacuchana
c2v2	Cosecha2 con cadena semi mecanizada y Roja Ayacuchana
c3v2	Cosecha3 con rejas semi mecanizada y Roja Ayacuchana

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.5.1 Parcela 01: papa variedad Canchán (Señor: familia Rojas)

Parcela 02: variedad Roja Ayacuchana (Señor: familia Rojas)

Coordenadas UTM	:	602152 m E
		8537340 m S
Altitud	:	3360.00 msnm.
Largo	:	100.00 m.
Ancho	:	9.00 m.
Área de la parcela 01 y 02	:	900.00 m ² .
Suelo	:	franco-arenoso.
Pendiente de la parcela 01	:	0 a 1.50% (promedio).

En las parcelas 01 y 02 del bloque I, se aplicaron los tres métodos de cosecha, tal como se visualiza en la figura 2.1.

Figura 2.1

Imagen satelital del Bloque I. Pomapuquio



Fuente: Google Earth

2.5.2 Parcela 03: papa variedad Canchán (Señor: Familia Gómez)

Parcela 04: variedad Roja Ayacuchana (Señor: Familia Gómez)

Coordenadas UTM	:	600930.00 m E
		8534026.00 m S
Altitud	:	3509.00 msnm.

Largo	:	100.00 m.
Ancho	:	9.00 m.
Área de la parcela 03 y 04	:	900.00 m ² .
Suelo	:	franco-arenoso.
Pendiente de la parcela 01	:	0 a 1.00% (promedio)

En las parcelas 03 y 04 del bloque II, se aplicaron los tres métodos de cosecha, tal como se visualiza en la figura 2.2.

Figura 2.2

Imagen satelital del Bloque II. Seccelambras



Fuente: Google Earth

2.5.3 Parcela 05: papa variedad Canchán (Señor: Familia De La Cruz)

Parcela 06: variedad Roja Ayacuchana (Señor: Familia De La Cruz)

Coordenadas UTM	:	599846.00 m E
	:	8534668.00 m S
Altitud	:	3475.00 msnm.
Largo	:	100.00 m.
Ancho	:	9.00 m.
Área de la parcela 05 y 06	:	900.00 m ² .
Suelo	:	franco-arenoso.
Pendiente de la parcela 01	:	0 a 1.50% (promedio)

En las parcelas 05 y 06 del bloque III, se aplicaron los tres métodos de cosecha, tal como se visualiza en la figura 2.3.

Figura 2.3

Imagen satelital del Bloque III. Seccelambras



Fuente: Google Earth

2.6 CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En el bloque I se encuentran las parcelas 01 y 02, bloque II se encuentran las parcelas 03 y 04 y bloque III se encuentran las parcelas 05 y 06; y en las dos variedades de papa se aplicaron los tres métodos de cosecha, tal como se visualiza en las figuras 2.4 y 2.5.

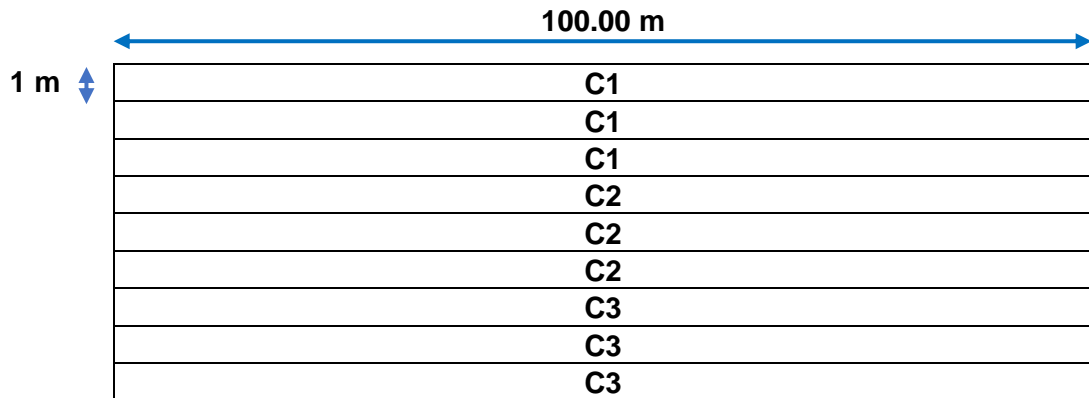
Figura 2.4

Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos en las unidades experimentales

Bloque I	Parcela 01			Parcela 02		
	Canchán (v1)			Roja Ayacuchana (v2)		
	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas
Bloque II	Parcela 03			Parcela 04		
	Canchán (v1)			Roja Ayacuchana (v2)		
	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas
Bloque III	Parcela 05			Parcela 06		
	Canchán (v1)			Roja Ayacuchana (v2)		
	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas	c1 manual	c2 cadena	c3 rejas

Figura 2.5

Distribución de tratamientos de cada parcela



2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la distribución de las unidades experimentales se utilizó el diseño de bloques con parcelas divididas, adjudicándose a las variedades de papa (V) y los métodos de cosecha (C), estableciéndose 03 bloques, 06 tratamientos y 03 repeticiones. El diseño de parcelas divididas, se emplea cuando un factor es difícil de controlar debido a ciertas limitaciones de tiempo y costo. Los factores que son difícil de controlar, se deben mantener constante durante las repeticiones experimentales las cuales son consideradas como parcelas completas. Los factores fáciles de controlar varían en las repeticiones y cada combinación representa una subparcela dentro de la parcela. Para ello, se debe aleatorizar las parcelas y sub parcelas. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_k + \eta_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de variedad, j-ésimo nivel del método de cosecha, en el k-ésimo bloque.

$i = 1,2,3, \dots I$: factor A

$J = 1,2,3, \dots J$: factor B

$k = 1,2,3, \dots K$: Bloque

μ : media general

α_i : es el efecto del i-ésimo nivel del factor A

δ_k : es el efecto del k-ésimo bloque

η_{ik} : es el error aleatorio de la parcela

β_j : es el efecto del j-ésimo nivel del factor B

$\alpha\beta_{ij}$: es el efecto de la interacción del factor A y B

e_{ijk} : es el error aleatorio de la subparcela

2.8 MÉTODO PROCEDIMENTAL

El presente estudio se llevó a cabo en una fase exploratoria, tras una evaluación de los métodos de cosecha de dos variedades de patata. Posteriormente, sobre el terreno, se examinaron las ventajas e inconvenientes de estos métodos y, por último, se recomendó el método más ventajoso desde el punto de vista económico en función de las condiciones del terreno y la accesibilidad del productor.

2.8.1 Fase Preliminar

Consiste en la descripción de los componentes básicos de los métodos de cosecha de papa, que se tienen disponibles en el mercado local y nacional que son adaptables en la zona de investigación. Se detalla a continuación las especificaciones técnicas de cada método de cosecha:

A) Cosecha manual (c1): Se utilizaron diferentes herramientas manuales tales como el azadón, allachu y zapapico; pero el de mayor uso fue el azadón con mango corto. Tal como se observa en la figura 2.6.

Figura 2.6

Azadón con mango de madera para la cosecha de papa



Fuente: Catálogo climasmonterrey

B) Cosecha semi-mecanizada (c2):

La arrancadora de papas acoplado al tractor agrícola realiza el escarbado y extracción del tubérculo de papa a la superficie del suelo; la parte complementaria de la cosecha correspondiente al recojo, selección y ensacado se realiza manualmente. Tal como se observa en la figura 2.7.

Figura 2.7

Arrancadora de papas acoplado al tractor agrícola en el campo de cosecha



C) Cosecha semi-mecanizada (c3):

Surcadora con rejas acoplado al tractor agrícola, donde el apero generalmente es utilizado para eliminar el pie de arado y también en la cosecha. El objeto está fijado al sistema hidráulico en tres puntos específicos, y su estructura está equipada con brazos inclinados hacia delante que están protegidos en su extremo por una reja reemplazable en forma de cuña. Esta reja tiene la función de permitir la penetración en el suelo y proteger el brazo. En la actualidad, los fabricantes de estos aperos hacen especial hincapié en la inclinación hacia delante de los brazos. Esto se debe a dos razones principales: en primer lugar, mejora la capacidad del brazo para penetrar en el suelo y, en segundo lugar, reduce el esfuerzo de tracción aproximadamente entre un 25 y un 30% en comparación con los implementos con brazos rectos y verticales. Tal como se observa en la figura 2.8.

Figura 2.8

Cosechadora semi-mecanizada con rejas



2.8.2 Fase de campo

- Recojo de datos de métodos de cosecha de dos variedades de papa que vienen utilizando en la actualidad en el distrito.
- Sistematización de las informaciones obtenidas.

2.8.3 Fase de gabinete

- Determinar el método de cosecha de dos variedades de papa y cuál de estos métodos es la que extrae mayor cantidad de papa en el menor tiempo posible, sin dejar tubérculos en el suelo para rebusque y el menor daño posible.
- Propuesta del método de cosecha más aceptable al productor de la zona.

2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se monitoreo las plantaciones de papa en los bloques y parcelas, en coordinación con los propietarios hasta el día de la cosecha. El diagnóstico fue los meses de noviembre y diciembre del 2018 para determinar la siembra de las variedades de papa para la campaña 2019. La comparación de los métodos de cosechas fue en la campaña 2019, en los meses de mayo y junio. El manejo agronómico de las parcelas por parte de los agricultores fue de una manera similar.

2.9.1 Delimitación de parcela

Se procedió con el replanteo del terreno y posterior marcado unos días antes de la cosecha.

2.9.2 Consideraciones antes de la cosecha

- a) Es aconsejable abstenerse de cosechar en presencia de precipitaciones.
- b) El intervalo de humedad óptimo para la recolección suele situarse entre el 60% y el 75% de la humedad disponible en el suelo. En algunos casos, puede ser necesario un riego suave para facilitar el proceso de recolección. Un exceso de humedad en el suelo dificulta la separación de los tubérculos, mientras que una sequedad excesiva agrava los daños en los tubérculos.
- c) Las temperaturas del suelo inferiores a 8 °C aumentan significativamente la susceptibilidad a lesiones y magulladuras. En general, se recomienda recoger las cosechas con temperaturas superiores a 10 °C.

d) La recolección en circunstancias muy secas no es recomendable en suelos propensos a la producción de terrones extremadamente duros y angulosos. Es aconsejable realizar un riego previo a la recolección para mitigar la proliferación de terrones y salvaguardar las patatas de cualquier daño.

e) Para garantizar la separación de la tierra de los tubérculos, es aconsejable evitar la cosecha con la tierra muy húmeda, es decir, con un contenido de humedad del 85%.

La extracción de tubérculos se realizó cuando el cultivo de papa se encontraba en estado de madurez; con los métodos de cosecha, primero fue:

El método de cosecha manual, es la más empleada a nivel local, regional y nacional su resultado está determinada por la velocidad de extracción y el porcentaje de tubérculos que queda bajo tierra y se debe contar con personal idóneo y la supervisión de esta, para poder alcanzar los niveles de tubérculos extraídos por hectárea.

Uno de los métodos de cosecha semimecanizada consiste en la utilización de un tractor agrícola junto con la cosechadora de patatas de cadena SERMI CP-3. Otra forma es la combinación de un tractor agrícola con rejas. Estos equipos han demostrado su capacidad para funcionar bien en suelos franco-arenosos bien drenados, incluso en pendientes de hasta el 8%. Para ello, realiza el ensacado y el pesaje de cada tratamiento.

2.9.3 Variables de respuesta en estudio

a. Peso de tubérculos cosechados kg ha^{-1}

Para cada variedad de patata, se midieron los surcos, con una anchura de 1 metro y una longitud de 100 metros lineales para cada método de cosecha.

A continuación, se aplicaron los métodos de cosecha en cada parcela. Inicialmente, el tractor se puso en marcha utilizando su correspondiente implemento extractor de patatas unido a una cadena. Posteriormente, el tractor se puso en marcha utilizando su correspondiente apero equipado con barras. Ambos métodos consistían en atravesar el terreno a una velocidad y rotación adecuadas, con lo que se rompían las crestas y quedaban al descubierto los tubérculos en la superficie del suelo. Este proceso abarcaba una distancia de 100 metros, respetando la velocidad adecuada del terreno.

Para el caso del método de cosecha manual se empleó obreros en una cantidad de 20 personas entre varones y mujeres para la extracción de tubérculos y luego para el rebusque de tubérculos dejados y dañados.

Los tubérculos expuestos de cada variedad de patata se recogieron manualmente y se introdujeron en bolsas. A continuación, los tubérculos cosechados se pesaron en sacos de polietileno, utilizando una unidad de kg por 100 m², y posteriormente se convirtieron a kg ha⁻¹.

b. Peso de tubérculos en rebusque kg ha⁻¹

Se realizó el repaso a mano para determinar los tubérculos dejados por la arrancadora de papas en cadena, con rejas y manual.

c. Peso de tubérculos dañados kg ha⁻¹

Se verificó para determinar los tubérculos dañados por los métodos de cosecha en cadena, con rejas y manual.

d. Tiempo de recojo de tubérculos (jornales/ha).

Primeramente, se hizo la medición del área cosechada, para los métodos de cosecha (arrancadora de papas en cadena, con rejas y manual).

Luego se realizó la cosecha de tubérculos mediante métodos de cosecha, y durante esta operación, se utilizó un cronómetro para el registro del tiempo empleado para la extracción de tubérculos.

Finalmente, el tiempo registrado, se anotó en un cuaderno de registro, indicando el tiempo de cosecha de tubérculos por cada método de cosecha, además se anotó el tiempo de tubérculos recogidos por rebusque en los 100 m.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS

3.1.1 Partes y funcionamiento del azadón

Una azada es un apero agrícola con una hoja ancha, sustancial y curvada, a menudo de 20 a 20 cm de lado, que se coloca en un mango de madera. Se utiliza para cultivar la tierra, hacer surcos, excavar en suelos compactados, cortar raíces y extraer tubérculos.

Existen diversos tipos de azadas, como la azada lisa, la azada de espiga, la azada de martillo y la azada forjada, entre otras. Tal como se observa en la figura 3.1.

Figura 3.1

Partes del azadón para la cosecha de papa.



Fuente: Ficha técnica azadones LANE

Tal como se observa en la figura 3.1; los azadones tipo LANE utilizado en el presente experimento tienen la cabeza forjada en una sola pieza con nervio central para mayor resistencia al impacto y disminución de la vibración, acabado pulido y preafilado, su uso es sencillo el personal mantuvo la columna bien derecha y las piernas ligeramente flexionada, procediendo a retirar un poco de tierra de los costados del camellón, luego se invirtió el suelo en donde se encuentra la planta,

quedando los tubérculos en la parte superficial y luego fue recogido por el personal a cargo, se trató en lo posible de evitar el rebusque, los cortes, daños o heridas de la papa, y luego se procedió al ensacado para su traslado o almacenaje. Las características técnicas según la figura 3.2.

Figura 3.2

Características técnicas del azadón para la cosecha de papa.

Peso de cabeza	1.5 lb
Peso del mango	0.8 lb
Ancho hoja	6 ³ / ₄ "
Altura hoja	7 ¹ / ₄ "
Longitud del mango	22.63"

Fuente: Ficha técnica azadones LANE

3.1.2 Partes y funcionamiento de la cosechadora con cadenas

Consta de las siguientes partes:

a) **Eje principal de mando.**

La conexión entre el tractor y la cosechadora de patatas se establece para facilitar el movimiento de rotación de todos los mecanismos de la máquina. Esto se consigue mediante el uso de un árbol cardán, cojinetes con rodamientos internos y un eje longitudinal con un tubo protector. A continuación, el movimiento se transmite a un piñón cónico, controlado por el mando del tractor y el eje de la toma de fuerza.

b) **Caja de transmisión.**

El mecanismo mencionado sirve para mantener el movimiento de rotación del eje primario hacia la cadena de control de la cadena de la zaranda vibratoria. Se construye utilizando una carcasa de hierro fundido, que garantiza un movimiento constante en un ángulo de 90°. Este movimiento se ve facilitado por un piñón cónico y una corona, lo que se traduce en una reducción del número de revoluciones por minuto entre el eje de la toma de fuerza y la cadena de control de la zaranda vibratoria.

c) **Cadena zarandeadora.**

El objetivo principal de este mecanismo es facilitar el movimiento de los tubérculos y la tierra mediante la traslación vibratoria, permitiendo así la separación

del tubérculo de la tierra. El tubérculo persistirá en su traslación hasta alcanzar la cadena de descarga. El aparato consta de un par de correas de caucho y un material de lona especializado. Las varillas de acero transversales se fijan a la correa mediante remaches, mientras que un eslabón terminal sirve para conectar estas correas y crear una cadena rotacional continua.

d) *Soporte de enganche inferior de tres puntos.*

El objetivo principal de este mecanismo es facilitar el enganche de los dos brazos inferiores del enganche de tres puntos del tractor. Este enganche tiene en cuenta el ancho de vía del tractor, la posición de la cuchilla de corte y la separación entre las hileras de cultivo que se van a retirar del suelo. Estos enganches permiten regular la posición de la cuchilla de corte en dos posiciones distintas, con un desplazamiento lateral de 250 mm. Esto permite la colocación de la cuchilla de corte en función de las variables mencionadas.

e) *Soporte de enganche superior de tres puntos.*

El objetivo principal de este mecanismo es facilitar la fijación del brazo superior del enganche del tractor al implemento en dos posiciones distintas. Esto permite una conexión segura entre el tractor y el implemento, posibilitando el movimiento lateral. Además, permite el movimiento vertical para controlar el ángulo de penetración de la cuchilla durante el funcionamiento.

f) *Bastidor o chasis principal.*

El objetivo principal de esta estructura es proporcionar soporte estructural a diversos componentes de la máquina, incluidos los ejes, los elementos dinámicos y los elementos permanentes, como los tensores. Su robustez se atribuye a las estudiadas cualidades de su diseño. La estructura consiste en un tubo rectangular hueco de 60 mm x 40 mm x 3 mm, con un ángulo lateral de 40 mm y un espesor de 4 mm. Está fabricado en calidad ASTM A-36 y dispone de perfiles C y vigas UPL con una anchura de ala de 40mm y una anchura de 80mm, con un espesor de 7mm.

g) *Planchas protectoras.*

El objetivo principal de las placas protectoras es dirigir, salvaguardar y orientar el suelo y el tubérculo durante el procedimiento de aclareo de tubérculos.

El sistema comprende varios tamaños y formas de placas de acero estructural que se fijan firmemente al chasis primario. Esta disposición sirve para evitar que las placas se desprendan cuando la máquina vibra, lo cual es necesario para la traslación y separación del tubérculo y la tierra.

h) *Catalina de mando de eje principal.*

Su función es sincronizar el movimiento de rotación entre la cadena zarandeadora y el mando que viene desde el tractor en función a la rotación y revoluciones reguladas para los diferentes casos de proceso de extracción de tierra y tubérculo.

i) *Cuchilla de corte.*

El objetivo principal de esta herramienta es cortar la tierra y los tubérculos situados en la parte trasera del surco destinado a la cosecha. Gracias a su movimiento longitudinal y a su ángulo de corte, facilita la transferencia completa de toda la masa a la cadena de cizallamiento mientras el tractor y el apero agrícola están en funcionamiento. La estructura consta de una placa de acero de 10 mm de espesor, de forma elíptica y superficies laterales paralelas. Estas placas se fijan al chasis primario mediante pernos de arado.

j) *Eje y ruedas.*

El eje y las ruedas cumplen la función de facilitar la transferencia y el desplazamiento del apero agrícola durante su acción de corte, así como de regular el ángulo de excavación en conjunción con el enganche superior de 3 puntos.

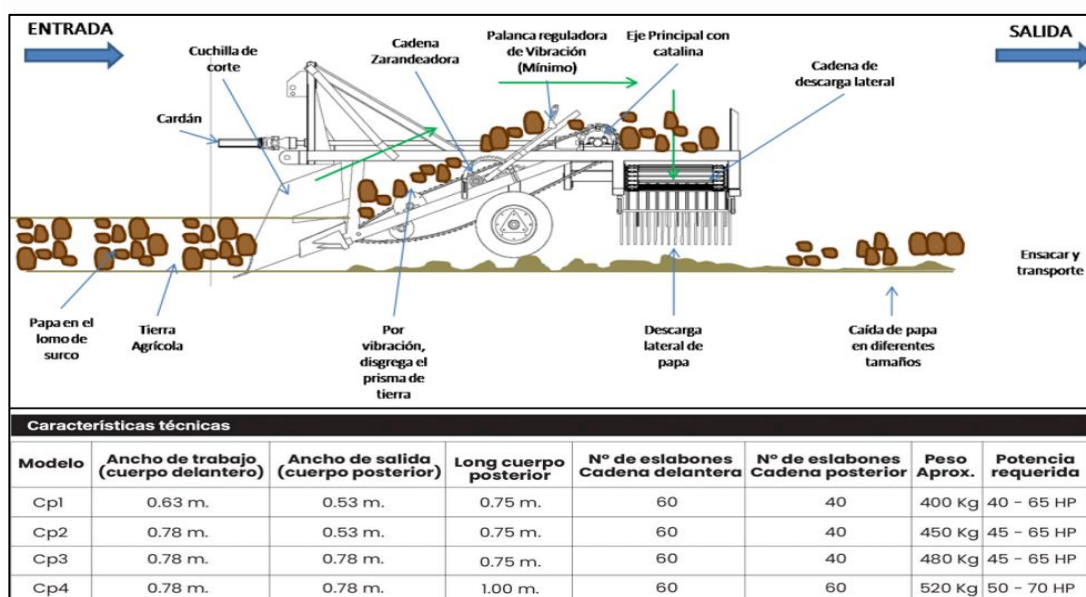
La cosechadora de patatas de cadena SERMI CP-3 es un equipo montado en un tractor y equipado con un enganche de tres puntos. Se acciona mediante un eje de toma de fuerza, que facilita el movimiento del sistema completo de transmisión de la cadena de cizallamiento. El bastidor primario consta de placas y perfiles encajonados que están unidos a una barra de herramientas de sección cuadrada. Esta barra de herramientas sirve de punto de enganche para abrazaderas y soportes, facilitando la fijación de los dos puntos de enganche inferiores y el enganche superior al tractor. La cadena de cizallamiento está formada por barras de acero forjado que se unen por ambos extremos, creando una cadena con su unión cuando se sueldan entre sí. El dispositivo está equipado con una cuchilla de punta triangular que está firmemente soldada a la robusta construcción compacta del

bastidor, que tiene un grosor estimado de 1/2 pulgada. Las catalinas de los rodillos guía y del sistema de cizallamiento están construidas en hierro fundido y equipadas con un sistema de lubricación. La transmisión de potencia se realiza mediante el uso de un árbol cardán, embrague, catalinas y ejes interconectados con la cadena de cizallamiento de tierra y tubérculos. La máquina tiene un peso estimado de 480 kg. Además, el sistema consta de una rejilla de acero diseñada para facilitar el desprendimiento de la tierra junto a los tubérculos de patata durante el proceso de recolección. A continuación, se utiliza un transportador de cadena para elevar, transportar y separar las patatas de la tierra. A continuación, los tubérculos de patata se transfieren a la cadena de descarga, donde se separan completamente de la tierra y descienden a la superficie.

El método de cosecha con cadena en ambas variedades, se graduó el ángulo de inclinación de la reja a 30 grados con respecto a la horizontal, que tiene un ancho de 50 cm que penetra al camellón para remover la tierra y extraer los tubérculos, se tuvo cuidado en los cortes, controlando la profundidad adecuada para no dañar los tubérculos (30 cm), la caída de tubérculos fue amortiguada al levantar la tierra suficiente para que estas no se maltraten con un promedio de 115 kg por metro lineal, además se mantuvo una velocidad lenta y estable a lo largo de todo el surco (1-1.5 km/h) y una potencia requerida del tractor agrícola de 45 a 65 HP. Tal como se observa en la figura 3.3.

Figura 3.3

Fases de extracción de papa con cadena y característica técnicas



Fuente: Catálogo Sermi 2019

3.1.3 Partes y funcionamiento de la cosechadora con rejas

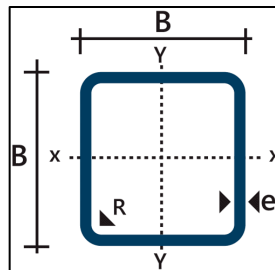
Consta de las siguientes partes:

a) **Bastidor o chasis**

Estructura de soporte de elementos de trabajo del implemento, denominada barra portaherramientas, constituido de un tubo cuadrada hueco con una longitud de 3.00 m y una sección de B x B (150 mm x 150 mm), con un espesor ($e = 4$ mm) con dos brazos de soporte de 0.80 m. de longitud, está diseñado para un tractor agrícola de 45 - 55 HP de potencia. Tal como se observa en la figura 3.4.

Figura 3.4

Sección transversal de la barra portaherramientas



Fuente: Catalogo Importaceros 2021

Los brazos portaherramientas están conectados a la barra portaherramientas, y se han realizado dos modificaciones en los acoplamientos de la siguiente manera:

Los surcadores y los deshojadores necesitan abrazaderas para proporcionar una conexión más segura y robusta debido al aumento de la fuerza ejercida.

Se insertan pernos con diámetros de 0" y ¼" a través de orificios que se han taladrado en la barra de la herramienta. Esto es aplicable tanto a la herramienta como a los brazos flexibles del escarificador. Tal como se observa en la figura 3.5.

Figura 3.5

Bastidor rectangular o barra portaherramientas



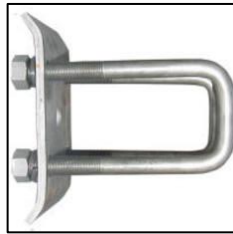
Fuente: Agrometalica México 2021

b) **Abrazaderas**

Cada cuerpo individual está compuesto por un sistema de conexión equipado con una pinza deslizante. Este sistema permite la regulación independiente de la posición vertical de cada cuerpo, facilitando los movimientos verticales. Esto permite su capacidad de ajuste a las variaciones de la topografía. Del mismo modo, la pinza permite ajustar los desplazamientos laterales para que se correspondan con la anchura del surco de los cultivos previstos. Tal como se observa en la figura 3.6.

Figura 3.6

Abrazaderas para acoplar el brazo portaherramientas a la barra portaherramientas



Fuente: Tuugo Productos 2021

c) **Brazos portaherramientas**

Este estudio de investigación incluyó la prueba de un brazo rígido construido específicamente para la tarea de recolección. Los brazos rígidos presentan una mayor durabilidad y poseen la capacidad de penetrar en terrenos difíciles. El menor ángulo de ataque (12°) disminuye el esfuerzo necesario para la tracción, pero al mismo tiempo aumenta el reto de penetrar en el terreno. Tal como se observa en la figura 3.7.

Figura 3.7

Brazos portaherramientas para el surcador



Fuente: Pinterest Catalogo 2020

d) Rejas o elementos de trabajo

Dichos componentes son los encargados de ejecutar las tareas encomendadas. Además, sufren muchas variaciones, y la elección de un determinado tipo depende de factores como la fase de desarrollo del cultivo, la presencia de malas hierbas, las propiedades del suelo y los niveles de humedad a lo largo del periodo de trabajo. Tal como se observa en la figura 3.8.

Figura 3.8

Reja o elemento de trabajo para cosecha de papa



Fuente: Covinhar Cultivador 2022

Tractor agrícola acoplado con rejas. Es el apero generalmente utilizado para eliminar el pie de arado y también en la cosecha. Va suspendido a los tres puntos del hidráulico y en su bastidor se fijan brazos inclinados hacia delante y protegidos en su parte final por una reja recambiable en forma de cuña para facilitar la penetración en el terreno y proteger al brazo. La inclinación de los brazos hacia delante es un aspecto que los fabricantes de este tipo de aperos tienen muy en cuenta hoy en día ya que, por un lado, facilita la penetración del brazo en el terreno y por otro, disminuye el esfuerzo de tracción en un 25 ó 30% con respecto a los de brazos rectos y verticales.

El método de cosecha con reja, se tuvo cuidado en los cortes, controlando la profundidad adecuada para no dañar los tubérculos (30 cm), el ángulo de penetración es fijo (12°), la reja es la parte encargada de dar la inversión del suelo y esta tenga un volteo y liberando los tubérculos del suelo para su recojo manual, además se mantuvo una velocidad lenta y estable a lo largo de todo el surco (1-1.5 km/h) y una potencia requerida del tractor agrícola de 45 a 55 HP. Tal como se observa en la figura 3.9.

Figura 3.9

Cosechadora semi-mecanizada con rejas



3.2 EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE COSECHA DE PAPA

Fue de gran importancia puesto que se ha realizado en campo, antes del pase a los métodos de cosecha a realizar en el campo experimental, se hizo la eliminación de todo follaje del cultivo para que no entorpezca las labores de cosecha. Esta eliminación se realizó mediante la aplicación de un herbicida quemante de contacto y de forma manual.

3.2.1 Tubérculos extraídos de dos variedades de papa

Tabla 3.1

Análisis de variancia de tubérculos extraídos en las diferentes parcelas de dos variedades de papa. Acocro 2019.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P>Fc
Agricultor	2	18611.11	9305.56	0.19	0.8435 ns
Variedad (V)	1	24968888.89	24968888.89	497.99	0.0020 **
Error (a)	2	100277.78	50138.89		
M. de cosecha (C)	2	20068611.11	10034305.56	174.09	<0.0001 **
Interacción (V x C)	2	225277.78	112638.89	1.95	0.2037 ns
Error (b)	8	461111.11	57638.89		
Total	17	45842777.78			

C.V= 1.77 %

La tabla 3.1 indica la cantidad de tubérculos extraídos en las seis parcelas, donde existe alta significación estadística en las variedades de papa y en los métodos

de cosecha. Además, se observa que no existe diferencia en la interacción. El coeficiente de variación es de 1.77%, el cual nos da la confiabilidad de los resultados. Según Vásquez (1990) indica que en experimentos el coeficiente de variación no debe exceder el 30%.

Tabla 3.2

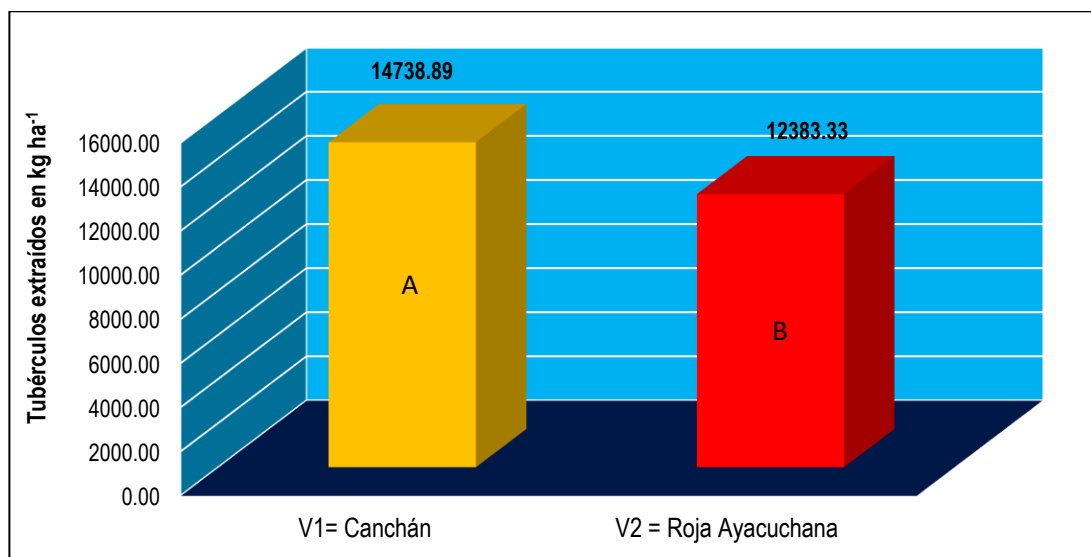
Análisis comparativo en kg ha⁻¹ y en porcentaje de tubérculos extraídos de dos variedades de papa.

Orden de mérito	Variedad de papa (V)	Tubérculos extraídos		Tubérculos por rebusque	
		(kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(%)
1	v1= Canchán	14738.89	97.02	438.89	2.98
2	v2 = Roja Ayacuchana	12383.33	96.21	477.78	3.79

De los datos de la tabla 3.2, obtenemos la figura 3.10.

Figura 3.10

Prueba de Tukey de los efectos principales de tubérculos extraídos de dos variedades de papa (promedio de las variables).



De la tabla 3.2 y figura 3.10 de la prueba de Tukey muestra a la variedad Canchán con superioridad estadística con un valor de 14,738.89 kg ha⁻¹ que representan el 97.02%, frente a la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 12,383.33 kg ha⁻¹ que representan el 96.21%. Esta cantidad numérica nos indica bajo las mismas condiciones agronómicas una superioridad varietal. En este aspecto no influye en la productividad los métodos de cosecha.

La validación de estos datos fue realizada por Rojas (2016), quien realizó un análisis comparativo del porcentaje promedio de cosecha de tubérculos entre diferentes variedades de papa en relación al rendimiento de tubérculos cosechados. Los resultados indican que la variedad de papa Híbrida "Silver" exhibió un mayor porcentaje de cosecha de tubérculos, específicamente 95,31% (15.611,11 kg/ha), que supera a la variedad nativa "Imilla Negra" con un porcentaje numéricamente superior de 95,03% (9.277,78 kg/ha). Las variaciones observadas en el porcentaje de cosecha y en el rendimiento de tubérculos pueden atribuirse principalmente a las dimensiones y cantidades específicas de tubérculos generados por cada cultivar de papa.

Tabla 3.3

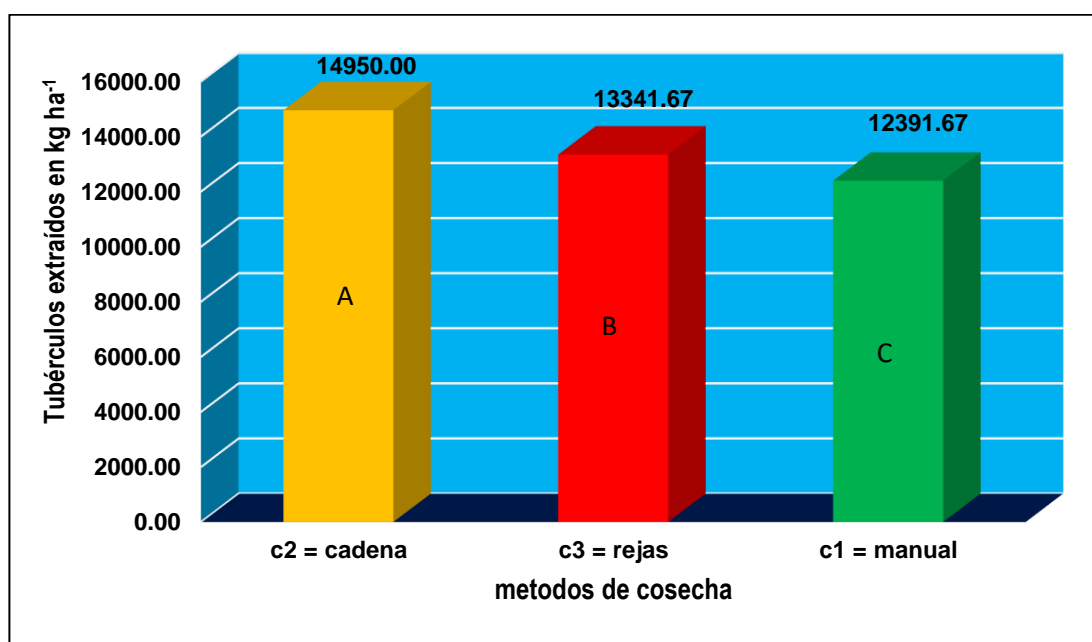
Análisis comparativo en kg ha⁻¹ y en porcentaje de tubérculos extraídos con métodos de cosecha.

Orden de mérito	Método de cosecha (C)	Tubérculos extraídos		Tubérculos por rebusque	
		(kg ha ⁻¹)	%	(kg ha ⁻¹)	%
1	c2 = cadena	14950.00	98.60	208.33	1.40
2	c3 = rejas	13341.67	95.81	575.00	4.19
3	c1 = manual	12391.67	95.42	591.67	4.58

De los datos de la tabla 3.3, obtenemos la figura 3.11.

Figura 3.11

Prueba de Tukey de los efectos principales de tubérculos extraídos con métodos de cosecha.



De la tabla 3.3 y figura 3.11, prueba de comparación de medias de Tukey, para el factor métodos de cosecha (C), donde observamos que la cosecha con cadena tiene una mayor cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 14,950.00 kg ha⁻¹ que representan el 98.60%, a comparación a la cosecha con rejas que tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 13,341.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.81% y la cosecha manual tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 12,391.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.42%, el cual se concluye la superioridad numérica de la cosecha con cadena en comparación a la cosechas con rejas y cosecha manual.

Batista (2012) proporciona apoyo a los hallazgos de que la cosecha automatizada condujo a mayores rendimientos en el cultivo de batata en comparación con la cosecha humana, como lo demuestran los resultados obtenidos en la extracción de tubérculos utilizando la cosecha con cadenas y cosecha con rejas. Peñarrieta (2001) proporciona evidencia a favor de la proposición de que el uso de técnicas de cosecha automatizada para el cultivo de batata conduce a mayores rendimientos (30,456 kg ha⁻¹) en comparación con la cosecha con surcos (24,150 kg/ha⁻¹).

Tabla 3.4

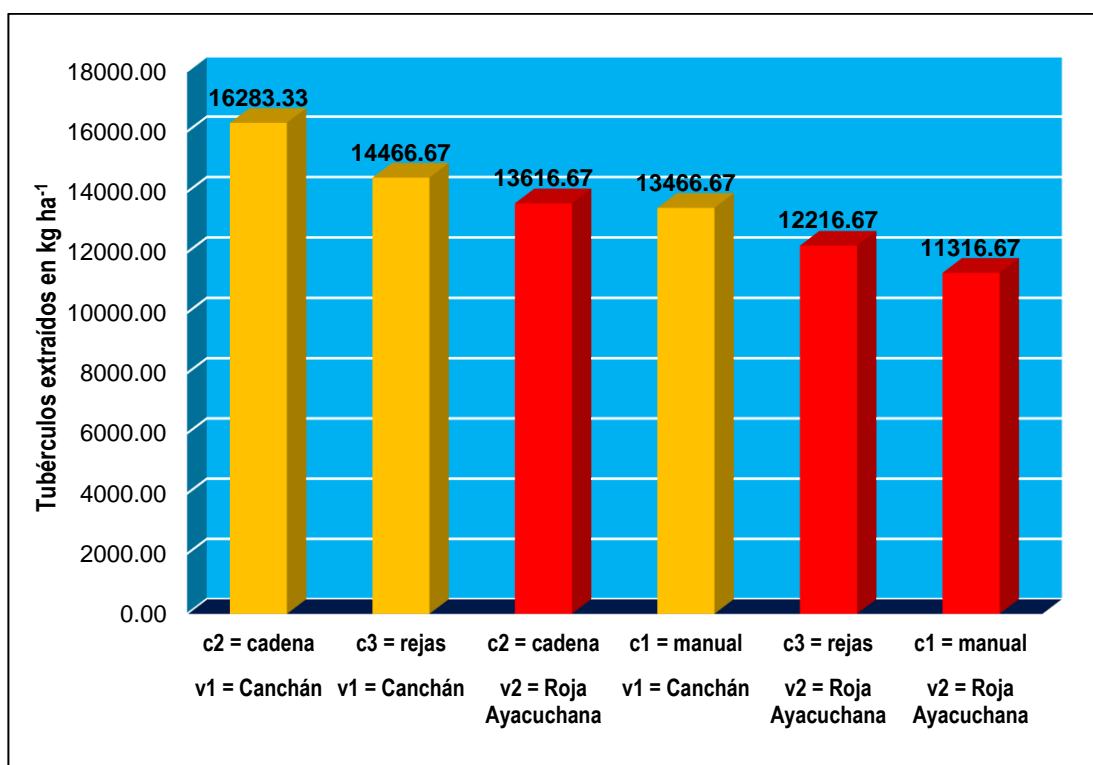
Análisis comparativo de tubérculos extraídos para la interacción Variedad de papa (V) por método de cosecha (C).

Orden de merito	Variedad de papa (V)	Métodos de cosecha (C)	Tubérculos extraídos	
			(kg ha ⁻¹)	%
1	v1 = Canchán	c2 = cadena	16283.33	98.89
2	v1 = Canchán	c3 = rejas	14466.67	96.56
3	v2 = Roja Ayacuchana	c2 = cadena	13616.67	98.32
4	v1 = Canchán	c1 = manual	13466.67	95.62
5	v2 = Roja Ayacuchana	c3 = rejas	12216.67	95.07
6	v2 = Roja Ayacuchana	c1 = manual	11316.67	95.23

De los datos de la tabla 3.4, obtenemos la figura 3.12.

Figura. 3.12

Prueba de Tukey para la interacción variedad de papa (V) por método de cosecha (C) en kg ha⁻¹ de tubérculos extraídos.



De la tabla 3.4 y figura 3.12, observamos que las interacciones en la variedad de papa Canchán con la cosecha con cadena tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 16,283.33 kg ha⁻¹ que representan el 98.89%, la variedad de papa Canchán con la cosecha con rejas tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 14,466.67 kg ha⁻¹ que representan el 96.56% (segunda ubicación), la variedad de papa Roja Ayacuchana con la cosecha con cadena tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 13,616.67 kg ha⁻¹ que representan el 98.32% (tercera ubicación), la variedad de papa Canchán con la cosecha manual tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 13,466.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.62% (cuarta ubicación), la variedad de papa Roja Ayacuchana con la cosecha con rejas tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 12,216.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.07% (quinta ubicación) y la variedad de papa Roja Ayacuchana con la cosecha manual tiene una cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 11,316.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.23% (sexta ubicación).

Los hallazgos sobre el rendimiento de tubérculos fueron corroborados por Agraria.pe en 2019, revelando que el rendimiento medio a escala nacional en 2019

ascendió a 16,2 t ha⁻¹. Analizando los resultados en la variedad Canchán se encuentra en el rango del promedio con 16,283.33 kg ha⁻¹ y la variedad Roja Ayacuचना debajo del promedio con 13,616.67 kg ha⁻¹.

Orbe (1980) corroboró los hallazgos obtenidos en rendimiento de tubérculos comparando las tres técnicas de cosecha en la producción de papa y obteniendo rendimientos de: 16,548.85 kg ha⁻¹ con la cavadora de molinete, 15,335.04 kg ha⁻¹ con la cavadora de cadena y 10,764.65 kg ha⁻¹ con la cosecha manual, de la cual podemos afirmar que la cosecha con equipos acoplados al tractor son de mayor eficiencia con resultados beneficiosos al compararlo con la cosecha manual.

Los hallazgos obtenidos en rendimiento de tubérculos, son validados por Rojas (2016) cuando es evaluado por kg ha⁻¹, se puede observar que los sistemas de cosecha semi mecanizada y mecanizada con la variedad Híbrida "Silver" tienen un rendimiento de 16,833.33 kg ha⁻¹ y 15,500.00 kg ha⁻¹ respectivamente, de la cual podemos afirmar que la cosecha con cadena y la cosecha con rejas son eficientes con resultados óptimos y mejorando los ingresos económicos para el agricultor al compararlo con la cosecha manual.

La producción nacional de papa tuvo una tasa de crecimiento de 4.1% en el año 2019. Huánuco tuvo un aumento significativo de la producción, lo que se tradujo en una tasa de crecimiento de 11.3% y contribuyó con 1.4 puntos porcentuales al resultado general. Cusco y La Libertad incrementaron la variación del producto nacional en 0.87 y 0.86 puntos porcentuales, respectivamente.

La disminución del 13.30% de la producción en Ayacucho condujo a una disminución de 1.10 puntos porcentuales en comparación con el resultado nacional, disminuyendo así el ritmo de crecimiento.

El método de cosecha con cadena fue exitoso, se realizó en el menor tiempo y rápida, por esta razón la cosecha con cadena al compararlo con la cosecha manual, es ventajosa en toda la actividad de extracción de tubérculos.

3.2.2 Peso de tubérculos en rebusque y métodos de cosecha

Tabla 3.5

Análisis de variancia de tubérculos en rebusque en las diferentes parcelas de dos variedades de papa y métodos de cosecha. Acocro 2019

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P>Fc
Agricultor	2	27777.78	13888.89	8.33	0.1071 ns
Variedad (V)	1	1250.00	1250.00	0.75	0.4778 ns
Error (a)	2	3333.33	1666.67		
M. de cosecha (C)	2	521111.11	260555.56	87.26	<0.0001 **
Interacción (V x C)	2	10000.00	5000.00	1.67	0.2469 ns
Error (b)	8	23888.89	2986.11		
Total	17	587361.11			

C.V= 12.22 %

La tabla 3.5, de análisis de variancia muestra alta significación en las formas o métodos de cosecha de tubérculos en rebusque, Además, se observa que no existe diferencia en el agricultor, en la variedad y la interacción. El coeficiente de variación es de 12.22%, el cual nos da la confiabilidad de los hallazgos de precisión.

Tabla 3.6

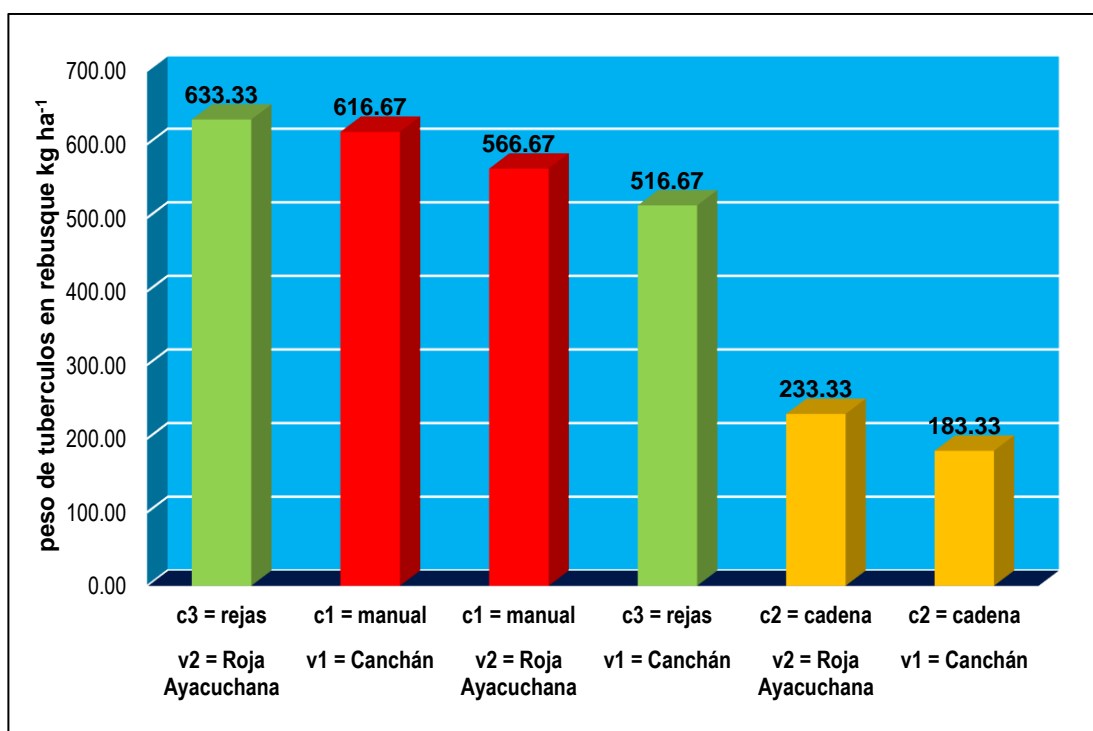
Análisis comparativo en kg ha⁻¹ y en porcentaje de tubérculos en rebusque y métodos de cosecha.

Orden de merito	Variedad de papa (V)	Métodos de cosecha (C)	Tubérculos por rebusque (kg ha ⁻¹)	%
1	v2 = Roja Ayacuchana	c3 = rejas	633.33	4.93
2	v1 = Canchán	c1 = manual	616.67	4.38
3	v2 = Roja Ayacuchana	c1 = manual	566.67	4.77
4	v1 = Canchán	c3 = rejas	516.67	3.44
5	v2 = Roja Ayacuchana	c2 = cadena	233.33	1.68
6	v1 = Canchán	c2 = cadena	183.33	1.11

De los datos de la tabla 3.6, obtenemos la figura 3.13.

Figura 3.13

Prueba de Tukey de los efectos simples, peso de tubérculos en rebusque de dos variedades de papa y métodos de cosecha.



De la tabla 3.8 y figura 3.13, muestra los efectos simples del peso de los tubérculos por la actividad del rebusque después de la cosecha en cada variedad de papa, observamos que la cosecha con rejas con la variedad Roja Ayacuchana tiene un valor de 633.33 kg ha⁻¹ que representan el 4.93%, la cosecha manual en la variedad Canchan tiene un valor de 616.67 kg ha⁻¹ que representan el 4.38%, la cosecha manual en la variedad Roja Ayacuchana tiene un valor de 566.67 kg ha⁻¹ que representan el 4.77% y la cosecha con rejas con la variedad Canchán tiene un valor de 516.67 kg ha⁻¹ que representan el 3.44%, los pesos de tubérculos por rebusque sin diferencia estadística entre ellos; este resultado indica que los métodos de cosecha manual y con rejas dejan en el suelo tubérculos sin cosechar. La cosecha que reporta menor cantidad de tubérculos en rebusque es cuando se empleó el método de cosecha con cadena llegando a valores de 233.33 kg ha⁻¹ variedad Roja Ayacuchana que representan el 1.68% y de 183.33 kg ha⁻¹ variedad Canchán que representan el 1.11%, valores sin diferencia estadística entre las dos variedades. Dando como resultado que la cosecha con cadena es más eficiente y versátil.

Según Orbe (1980), menciona que las papas dejadas en el suelo fueron muy pocas en los tres sistemas de cosecha, los resultados fueron 3.84% para la cavadora de molinete; 2.19% para la cavadora de cadena y 2.69% para la cosecha manual, el

cual no difieren significativamente, al hacer la comparación con la cosecha de cadena el cual obtuvimos 183.33 kg ha⁻¹ en la variedad Canchán que representa el 1.11%, podemos afirmar que la cosecha con cadena es superior en las actividades realizadas.

Rojas (2016), afirma que los resultados de rendimiento de tubérculos obtenidos con la técnica de cosecha convencional son corroborados de alguna manera por Pastor (2004), quien plantea que la cosecha manual puede llevar a que cierta proporción de tubérculos no sean recuperados. Los resultados adquiridos varían entre la variedad Canchán y la técnica de cosecha convencional, siendo el rendimiento de la variedad Canchán de 616,67 kg ha⁻¹ y el del sistema de cosecha tradicional de 333,33 kg ha⁻¹. Cabe señalar que una disminución en el rendimiento corresponde a una disminución en el número de tubérculos por recuerdo.

3.2.3 Daño de tubérculos por métodos de cosecha

Tabla 3.7

Análisis de variancia del daño de tubérculos en diferentes agricultores, variedades y métodos de cosecha. Acocro 2019

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P>Fc
Agricultor	2	5.36	2.68	193.00	0.0052 **
Variedad (V)	1	26.89	26.89	1936.00	0.0005 **
Error (a)	2	0.03	0.01		
M. cosecha (C)	2	26964.78	13482.39	12525.57	<0.0001 **
Interacción (V x C)	2	0.78	0.39	0.36	0.7076 ns
Error (b)	8	8.61	1.08		
Total	17	27006.44			

C.V= 1.08 %

El daño de los tubérculos al momento de la cosecha, se observa en la tabla 3.7, alta significación en los agricultores, alta significación en las variedades y alta significación en las formas o métodos de cosecha no se encontró significación en la interacción, lo que nos indica que no existe diferencia estadística. El coeficiente de variación es de 1.08%, el cual nos da la confiabilidad de los resultados de precisión.

Tabla 3.8

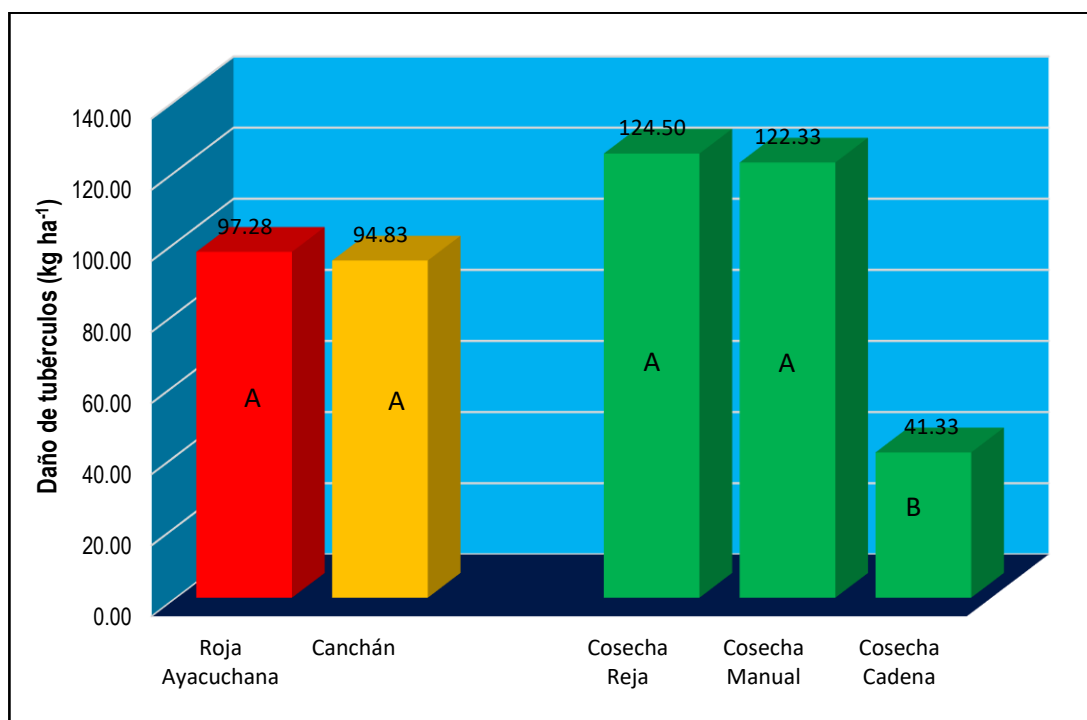
Daño de tubérculos en kg ha⁻¹, en las variedades Canchán y Roja Ayacuchana bajo los métodos de cosecha.

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	124.5	41	124.5	120	40	122.5
R2	124	44	126	122.5	40	124
R3	123	42	126.5	120	41	123.5
SUMA	371.5	127	377	362.5	121	370
PROM.	123.83	42.33	125.67	120.83	40.33	123.33
V.		97.28			94.83	
PROM.						
S.	122.33		41.33		124.50	

De los datos de la tabla 3.8, obtenemos la figura 3.14.

Figura 3.14

Prueba de Tukey de los efectos principales de daño de tubérculos de dos variedades de papa y métodos de cosecha.



De la tabla 3.8 y figura 3.14, de la prueba de los efectos principales del daño de los tubérculos en las variedades y los métodos de cosecha, observamos que en

las variedades los daños no muestran diferencia estadística presentando valores similares. Existe mayor daño en la cosecha con reja y la cosecha manual dejando valores de 124.50 y 122.33 kg ha⁻¹ respectivamente; los tubérculos con la cosecha con cadena se puede observar un menor daño de 41.33 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en daño de tubérculos, son validados por Orbe (1980), quien manifiesta que los sistemas mecanizados demuestran una ventaja, no hubo diferencia significativa entre los promedios de porcentaje de papa dañada por las maquinas, 3.4% para la cavadora de molinete y 0.9% para la cavadora con cadena; sin embargo, entre ellos y el de la cosecha manual 15.2% hubo una diferencia altamente significativa (P=0.01). Afirmando que la cosecha con cadena es más eficiente en la extracción de tubérculos de papa con menores daños, traduciendo en una mayor productividad y en una reducción de los costos de mano de obra.

3.2.4 Tiempo en cosechas

Tabla 3.9

Análisis de variancia del tiempo en cosecha de papa en diferentes parcelas de dos variedades de papa y métodos de cosecha. Acocro 2019

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	P>Fc
Agricultor	2	1.46	0.73	2.93	0.2545 ns
Variedad (V)	1	16.53	16.53	66.31	0.0147 *
Error (a)	2	0.50	0.25		
M. cosecha (C)	2	1129063.97	564231.99	1258142.39	<0.0001 **
Inter (V x F)	2	27.73	13.86	30.90	0.0002 **
Error (b)	8	3.59	0.45		
Total	17	1129113.78			

C.V= 0.37 %

El informe del análisis de la varianza, concretamente la Tabla 3.9, presenta resultados dignos de mención sobre los principales impactos de los distintos tipos. Además, muestra resultados muy significativos en relación con los métodos de cosecha y su interacción. El coeficiente de variación alcanzado del 0,37% sugiere que los resultados obtenidos presentan un alto nivel de fiabilidad.

Tabla 3.10

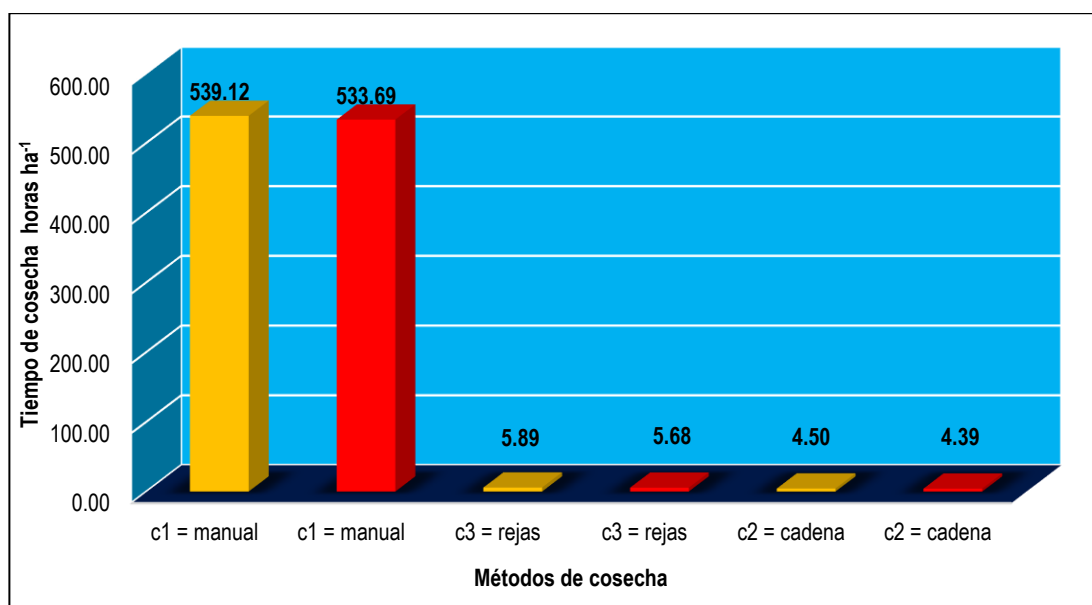
Prueba para la interacción factor Variedad (V) por factor método de cosecha (C), según el tiempo de tubérculos extraídos.

Orden de merito	Variedad de papa (V)	Métodos de cosecha (C)	Tiempo de tubérculos extraídos en (min/100m ²)	Tiempo de tubérculos extraídos (horas/ha)	Tiempo de tubérculos extraídos (jornales/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	v1 = Canchán	c1 = manual	323.47	539.12	67.39	A
2	v2 = Roja Ayacuchana	c1 = manual	320.21	533.69	66.71	A
3	v1 = Canchán	c3 = rejas	3.54	5.89	0.74	C
4	v2 = Roja Ayacuchana	c3 = rejas	3.41	5.68	0.71	C
5	v1 = Canchán	c2 = cadena	2.70	4.50	0.56	C
6	v2 = Roja Ayacuchana	c2 = cadena	2.63	4.39	0.55	C

De los datos de la tabla 3.10, obtenemos la figura 3.15.

Figura 3.15

Prueba de Tukey de los efectos principales del tiempo de cosecha de tubérculos de dos variedades de papa y métodos de cosecha.



De la tabla 3.10 y figura 3.15, de la prueba de los efectos principales del tiempo de cosecha de tubérculos en las variedades, donde en las variedades no existe diferencia estadística en la cosecha manual, solamente existe una diferencia numérica para la variedad Canchan por su mayor productividad. El mayor tiempo en

horas se observa en la cosecha manual y la variedad Canchan con 539.12 horas ha⁻¹, la cosecha manual y la variedad Roja Ayacuchana con 533.69 horas ha⁻¹, la cosecha con rejas y la variedad Canchan con 5.89 horas ha⁻¹, la cosecha con rejas y la variedad Roja Ayacuchana con 5.68 horas ha⁻¹, la cosecha con cadena y la variedad Canchan con 4.50 horas ha⁻¹ y la cosecha con cadena y la variedad Roja Ayacuchana con 4.39 horas ha⁻¹, además se requirió para la cosecha manual en ambas variedades Canchán y Roja Ayacuchana para el trabajo de una hectárea de 67.39 y 66.71 jornales por hectárea respectivamente, para la cosecha con rejas tanto en la variedad Canchán y Roja Ayacuchana para el trabajo de una hectárea de 0.74 y 0.71 jornales y para la cosecha con cadena tanto en la variedad Canchán y Roja Ayacuchana para el trabajo de una hectárea de 0.56 y 0.55 jornales.

Antes de iniciar las labores, una recolección eficaz requiere la formación y supervisión del personal. La supervisión continua es necesaria para mantener la calidad del producto y minimizar los daños. Es necesario dominar técnicas generales y específicas de recolección, como la evaluación de la madurez, los procedimientos de desprendimiento, el mantenimiento del equipo, la higiene y la asignación de tareas.

Pastor (2004), respalda las conclusiones relativas a la cadena de recolección en ambas variedades. Pastor afirma que, independientemente de la técnica de recolección elegida, el objetivo principal es extraer eficazmente todos los tubérculos en un plazo de tiempo mínimo, minimizando al mismo tiempo cualquier posible daño mecánico a los tubérculos.

La distinción radica en que el método tradicional de recolección requiere más tiempo, provoca una mayor cantidad de "daños mecánicos" (cortes) y es incapaz de recuperar un número significativo de los tubérculos que permanecen bajo tierra. Aunque la tracción mecánica para la recolección permite ahorrar tiempo y mano de obra, también deja a los jefes de explotación expuestos a daños mecánicos (Pastor, 2004).

Los resultados derivados de la cosecha manual en los dos cultivares de papa muestran disparidades en comparación con los hallazgos reportados por Canqui y Morales (2009). Según su investigación, el procedimiento incluía un grupo de unos 14 individuos que iniciaban el proceso creando surcos. La duración de toda la operación fue de aproximadamente seis días, equivalentes a 84 horas.

Los resultados obtenidos por la recolección manual en los dos cultivares de patata superan las conclusiones de Granados (2003), quien afirma que la recolección

manual es la técnica predominante tanto en terrenos inclinados como llanos. La recolección de una hectárea requiere una mano de obra de entre 40 y 50 trabajadores, cuyos salarios se deciden en función del tamaño del campo.

Los resultados obtenidos son validados por Orbe (1980), quien señala la mano de obra requerida para recoger la papa es muy reducida en los sistemas semi-mecanizados comparados con la cosecha manual. La cavadora de molinete necesita un tiempo 155.60 hombre-hora ha⁻¹ y la cavadora de cadena 108.74 hombre-hora ha⁻¹. Los tiempos no difieren significativamente, sin embargo, cuando son comparados con el tiempo para la cosecha manual 330.81 hombre-hora ha⁻¹ hay una diferencia muy significativa (P = 0.01).

3.3 DETERMINACIÓN DEL MÉTODO ADECUADO DE COSECHA

3.3.1 Método de cosecha manual (c1)

La ventaja de la cosecha manual, en su mayoría esta actividad es acompañada de milenarias prácticas tradicionales de interrelación familiar y comunal, practicando el llamado Ayni; y favorable en pendientes superiores al 15%, en la cual no es posible realizar ninguna mecanización.

De la figura 3.16, se observa las desventajas de la cosecha manual en ambas variedades: requieren mayor tiempo de cosecha tanto en la Canchán con 539.12 hr ha⁻¹ y Roja Ayacuchana con 533.39 hr ha⁻¹; mayor cantidad de tubérculos por rebusque tanto en la Canchán de 616.67 kg ha⁻¹ y Roja Ayacuchana de 566.67 kg ha⁻¹; ocasiona mayores daños, golpes, magulladuras y cortes tanto en la Canchán de 123.83 kg ha⁻¹ y Roja Ayacuchana de 120.83 kg ha⁻¹; tiene un costo elevado por cosecha tanto en la Canchán de 3,495.00 S/. ha⁻¹ y Roja Ayacuchana de 3,461.50 S/. ha⁻¹; gran cantidad de jornales tanto en la Canchán con 67.39 jornales ha⁻¹ y Roja Ayacuchana con 66.71 jornales ha⁻¹ y los tubérculos no extraídos no son recuperables.

3.3.2 Método de cosecha con cadena (c2)

De la figura 3.16, se observa las ventajas del método de cosecha con cadena, requiere menor tiempo de cosecha tanto en la variedad Canchán con 4.50 hr ha⁻¹ de maquinaria agrícola y en la variedad Roja Ayacuchana con 4.39 hr ha⁻¹ de maquinaria agrícola; reporto menor cantidad de tubérculos por rebusque tanto en la variedad Canchán de 183.33 kg ha⁻¹ y en la variedad Roja Ayacuchana de 233.33 kg ha⁻¹; ocasiona menores daños, golpes, magulladuras y cortes tanto en la variedad

Canchán de 42.33 kg ha⁻¹ y variedad Roja Ayacuchana de 40.33 kg ha⁻¹; tiene un menor costo por cosecha tanto en la variedad Canchán de 1,576.00 S/. ha⁻¹ y variedad Roja Ayacuchana de 1,565.00 S/. ha⁻¹; además se evitó la manipulación excesiva de la papa lo que posibilitó no dañarlos. Al recolectarlos de manera más rápida se redujo el tiempo de exposición al sol y al aire, obteniendo un producto de calidad. Se evitieron riesgos para los trabajadores, la cosecha con cadena redujo la necesidad de que los trabajadores realicen tareas físicas extenuantes, como agacharse o levantar cargas pesadas, lo que reduce el riesgo de lesiones laborales. La precisión del método de cosecha con cadena fue programada para extraer los tubérculos de manera uniforme, reduciendo el rebusque, desperdicio, daños y generando mayor beneficio económico para el agricultor.

La desventaja de la cosecha con cadena, tiene un costo elevado de inversión en la adquisición del equipo, no es accesible en el mercado local, el mantenimiento durante el año y solo se requiere para dos campañas, al utilizar la mecanización agrícola se produce la compactación de los suelos, esto al trabajo mecánico de la capa arable, en los cuales al ser volteados los suelos sufren alteraciones en propiedades físicas, y con el paso del tiempo, al ser expuestos a esta mecanización, pierden propiedades de infiltración, resistencia y densidad. Sin un adecuado monitoreo se podría perder áreas de cultivo.

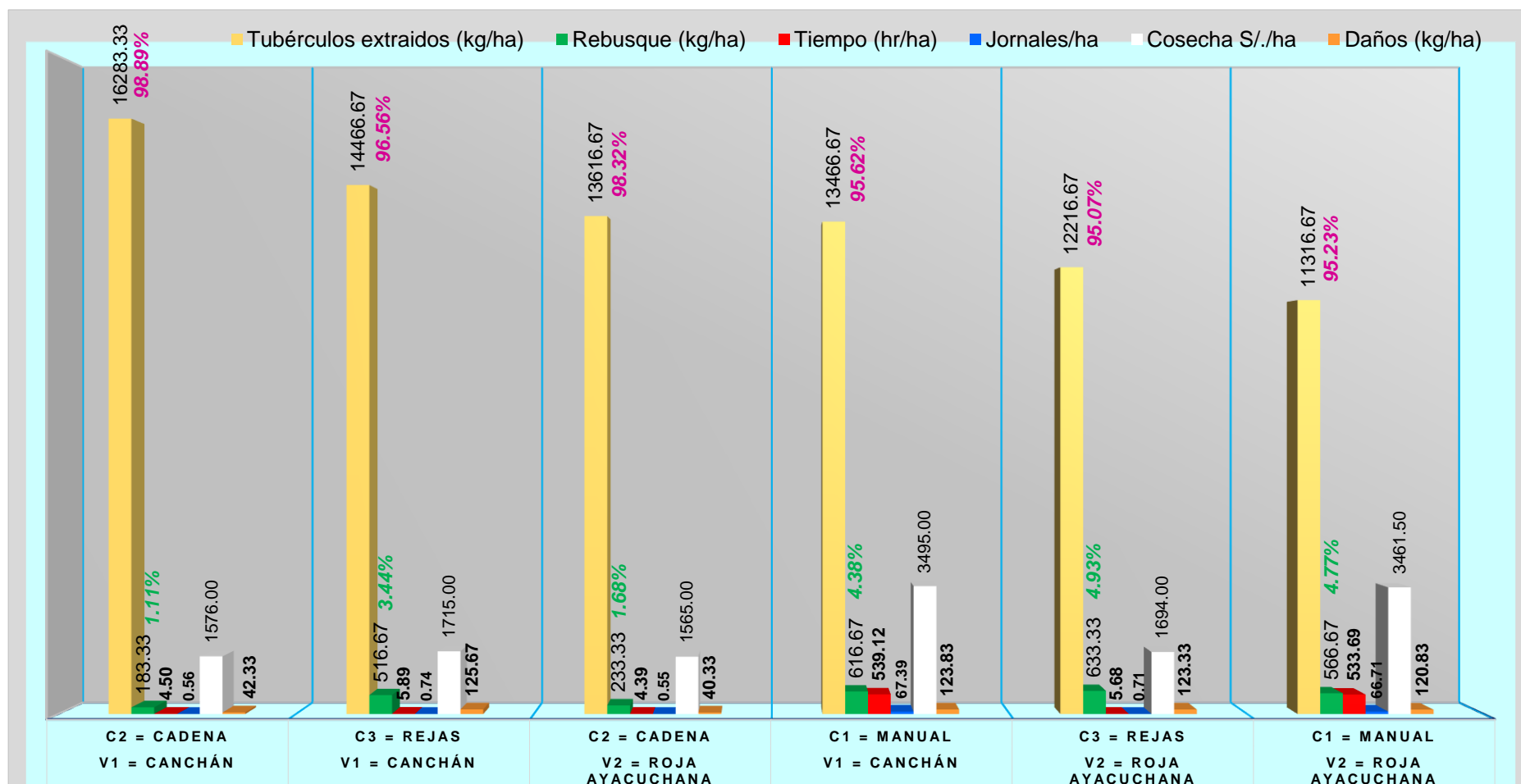
3.3.3 Método de cosecha con rejas (c3)

De la figura 3.16, se observa las ventajas del método de cosecha con rejas, requieren menor tiempo de cosecha tanto en la variedad Canchán con 5.89 hr ha⁻¹ de maquinaria agrícola y en la variedad Roja Ayacuchana con 5.68 hr ha⁻¹ de maquinaria agrícola; tiene un menor costo por cosecha tanto en la variedad Canchán de 1,715.00 S/. ha⁻¹ y en la variedad Roja Ayacuchana de 1,694.00 S/. ha⁻¹; accesible en el mercado local porque este implemento también se utiliza para el surcado y el aporque en los diferentes cultivos de la zona, el mantenimiento durante el año es mínimo, por ser de fabricación artesanal su uso se da en las campañas de siembra, aporque y cosecha.

De la figura 3.16, se observa las desventajas del método de cosecha con rejas, reporto mayor cantidad de tubérculos por rebusque tanto en la variedad Canchán de 516.67 kg ha⁻¹ y en la variedad Roja Ayacuchana de 633.33 kg ha⁻¹; ocasiona mayores daños, golpes, magulladuras y cortes tanto en la variedad Canchán de 125.67 kg ha⁻¹ y en la variedad Roja Ayacuchana de 123.33 kg ha⁻¹; al utilizar la mecanización agrícola se produce la compactación de los suelos.

Figura 3.16

Consolidación de resultados de los métodos de cosecha de dos variedades de papa.



De la figura 3.16 se tiene los siguientes resultados:

- Evaluado los resultados de los tres métodos de cosecha, afirmamos que el método de cosecha semi mecanizado con cadena, reporto mayor productividad de tubérculos extraídos del suelo en la variedad Canchán con un valor de 16,283.33 kg ha⁻¹ que representa el 98.89% y en la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 13,616.67 kg ha⁻¹ que representa el 98.32%; al comparar con la cosecha manual que reporto menor productividad de tubérculos extraídos del suelo en la variedad Canchán con un valor de 13,466.67 kg ha⁻¹ que representa el 95.62% y en la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 11,316.67 kg ha⁻¹ que representa el 95.23%.
- Se observa mayor peso de tubérculos en la actividad de rebusque con el método de cosecha con rejas, en la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 633.33 kg ha⁻¹ que representan el 4.93% y en la variedad Canchán con un valor de 516.67 kg ha⁻¹ que representan el 3.44%, esto se explica, que la operación de cosecha con reja no realiza el excavado en forma homogénea dejando así mayor cantidad de tubérculos para el rebusque; al compáralo con la cosecha con cadena que reporta menor cantidad de tubérculos en rebusque, en la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 233.33 kg ha⁻¹ que representan el 1.68% y en la variedad Canchán con un valor de 183.33 kg ha⁻¹ que representan el 1.11%. Existe mayor daño a los tubérculos ocasionado con la cosecha con reja en la variedad Canchán con un valor de 125.67 kg ha⁻¹, al compararlo con la cosecha con cadena en la variedad Roja Ayacuchana que reporta menor daño con un valor 40.33 kg ha⁻¹.
- El mayor tiempo se observa con la cosecha manual en la variedad Canchán, que para una hectárea de trabajo requirió 539.12 horas (67.39 jornales); al compararlo con cosecha con cadena que reporto menor tiempo en la variedad Roja Ayacuchana con un valor de 4.39 horas para una hectárea con maquinaria agrícola.
- El método de cosecha más adecuado es la cosechadora semimecanizada con cadena, siendo el costo por la actividad de cosecha de S/ 1,576.00 ha⁻¹ (variedad Roja Ayacuchana) y de S/ 1,565.00 ha⁻¹ (variedad Canchán); al compararlo con el método de cosecha con herramientas manuales, que genero mayor gasto en la actividad de cosecha de S/ 3,495.00 ha⁻¹ (variedad Canchán) y de S/ 3,461.50 ha⁻¹ (variedad Roja Ayacuchana), observamos mayor costo con la cosecha manual duplicando los montos a la cosecha con cadena.

De los resultados obtenidos, se afirma que la cosecha con cadena genera mayor beneficio económico para las mismas condiciones y características agronómicas en comparación con la cosecha con rejas y la cosecha manual.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Las herramientas y equipos utilizados en el trabajo de investigación, son las que habitualmente utilizan los agricultores paperos del distrito de Acocro, cuyo uso está difundido en toda la región Ayacucho; todas tienen ventajas y desventajas según el lugar, sus componentes están diseñados y funcionan adecuadamente acorde al requerimiento de los agricultores; es así que la cosecha manual con azadones u otros similares son ventajosos en terrenos de ladera y con pendiente mayor a 15%, mientras los equipos semi mecanizados como la cosechadora de cadenas y el arado con rejas se desenvuelven mejor en terrenos planos y extensos.

- La cosecha con cadena en la variedad Canchan reporta la mayor cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 16,283.33 kg ha⁻¹ que representan el 98.89%; y la cosecha manual en la variedad Roja Ayacuchana reporta la menor cantidad de tubérculos extraídos del suelo con un valor de 11,316.67 kg ha⁻¹ que representan el 95.23%.

- La cosechadora semimecanizada con cadena, fue la más adecuada y versátil y generando mayor beneficio económico; al compararlo con el método de cosecha con herramientas manuales, que generó mayor gasto en la actividad de cosecha, duplicando los costos de la cosecha con cadena.

4.2 RECOMENDACIONES

- Recomendar a los productores de papa utilizar el método de cosecha semi-mecanizada: tractor agrícola acoplado a la arrancadora de papas en cadena SERMI CP-3. Por generar mayor beneficio económico en la actividad de cosecha en ambas variedades.
- La variedad Canchan por su mayor productividad en la extracción y mejor adaptación en la zona de estudio, siendo una alternativa que proporcionará al agricultor mayor beneficio económico.
- Realizar estudios de rendimiento y calidad comercial con los mejores cultivares de la presente investigación, modificando los factores de producción como abono químico y orgánico (al suelo y foliar), desde la época de siembra y hasta la cosecha correspondiente.

REFERENCIAS

- Agrometalica dando más fuerza al campo de México, (2021). Recuperado de web:
<https://www.agrometalica.com.mx/surcadoras.html>
- Batista, A; Espinoza, J & Maure, J. (2012). Costo de producción del camote y su rentabilidad en dos métodos de cosecha. Resumen. LVII Reunión anual del PCCMCA-Panamá, 2012. Déficit alimentario: un reto para la producción agropecuaria sostenible. pp: 291. Recuperado de web:
https://www.researchgate.net/publication/305170403_Costo_de_Produccion_del_camote_y_su_rentabilidad_en_dos_metodos_de_cosecha
- Canqui, F. & Morales, E. (2009). Conocimiento local en el cultivo de la papa. Fundación PROIMPA. Cochabamba, Bolivia. 265 p.
- Catalogo Importaceros, (2021). Recuperado de web:
<https://www.importaceros.com/wp-content/uploads/2021/01/Catalogo-importaceros-2021-web.pdf>
- Climasmonterrey, (2023). Catálogo de herramientas agrícolas. Recuperado de la web:
[https://www.climasmonterrey.com/ferretero/ferreteroherramientas/herramientas-manuales/herramientas-manuales-agricola?mfp=search\[AZADON\]](https://www.climasmonterrey.com/ferretero/ferreteroherramientas/herramientas-manuales/herramientas-manuales-agricola?mfp=search[AZADON])
- Covinhar, (2022). Cultivadores. Recuperado de web:
<https://www.covinhar.com/cultivador/>
- Crisci, C. & Vilaro, F. (1993). Aportes tecnológicos para el cultivo de papa. Boletín de divulgación N°32. Unidad de difusión e información del INIA. Montevideo, Uruguay. 32p. Recuperado de web:
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2730/1/111219240807155137.pdf>
- Dirección de Información Agraria y Estudios Económicos, (DIA, 2019). Recuperado de web: <https://diariocorreo.pe/edicion/ayacucho/ayacucho-produce-mas-de-302-mil-toneladas-de-papa-al-ano-888635/>
- Espinoza, C. (2014). Metodología de la investigación tecnológica. Soluciones Graficas S.A.C. Huancayo, Perú.
- EOS Data Analytics, (2023). Recuperado de web:
<https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>
- Ficha técnica azadones LANE, (2022). Recuperado de web:
https://pe.images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrNY7BCb8tlKfLiiR7egx.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3BpdnM-?p=Ficha+t%C3%A9cnica+azadones+LANE&fr2=piv-web&type=E210PE91215G0&fr=mcafee#id=0&iurl=https%3A%2F%2Fwww.elferretero.com.mx%2Fimages%2Fcatalogo%2Fmodulos2018%2F2001.gif&action=click

- García, G. (2000). Orientaciones para el cultivo de la patata para fresco en Asturias. Pág. 59.
- Gil, F. (1995). Energía y Mecanización en la agricultura. Editor Caracas: Universidad Central de Venezuela. Pág. 316-325.
- Guglielmetti, H. (1984). Cosecha de papas. Artículo científico. IPA La Platina N° 21. 3 p. Recuperado de web:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/41228/NR00527.pdf?sequence=1>
- Gutiérrez, W. & AQUINO, J. (2020). Diseño y construcción de una maquina cosechadora de papas 2019 (Tesis de pregrado) Huánuco, Perú.
- Granados, A. (2003). Plan estratégico de recolección, empaque y distribución de papa y cebolla en el tramo de Boyacá-Bogotá. Ed. Universidad Javeriana Bogota. 26 p.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. México. 634 p.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2020). Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa. Primera edición. Lima, Perú. 35 p.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013). Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de papa. Cajamarca – Perú Recuperado de web:
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/109/1/Cultivo_papa_Cajamarca_2013.pdf
- Méndez, P. & Inostroza, J. (2009). Manual de Papas para La Araucanía: Manejo de Cultivo, Enfermedades y Almacenajes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. BOLETIN INIA N° 194. Temuco, Chile. 117 p. Recuperado de web: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7299>
- Laguna, B. (1990). Maquinaria agrícola: constitución, funcionamiento, regulaciones y cuidados Ministerio de agricultura. Servicio de extensión agraria.
- Orbe, G. (1980). Comparación de tres métodos de cosecha en el cultivo de papa. Boletín Técnico nro 20. Departamento de Ingeniería Agrícola
- Ortiz & Cañavate, J. (2003). Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundi-Prensa.
- Otiniano, R. (2018). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la zona norte sierra del Perú. Primera Edición.
- Pastor, D. D. (2004). Sistema de clasificación de papas capiro y canchán teniendo en cuenta su forma, tamaño y daños mecánicos. (Tesis de Ingeniero electrónico). Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Eléctrica y

Electrónica. Lima, Perú. 192p. Recuperado de web:
<https://1library.co/es/download/880523143984676868>

Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Acocro, (PDC. 2013). Juntos surcando el desarrollo 2013 al 2024.

Peñarrieta, C. (2001). Evaluación de dos sistemas de producción de camote bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 36 p. Recuperado de web:
<https://dokumen.tips/documents/evaluacion-de-dos-sistemas-de-produccion-de-camote-objetivo-del-estudio-fue.html?page=13>

Pinterest, (2020). Catalogo Informativo. Recuperado de web:
<https://www.pinterest.cl/pin/684828687071578322/>

Programa de Servicios de Apoyo Para Acceder a los Mercados Rurales, (PROSAAMER, 2008). Boletín del Estudio de Rentabilidad de la papa. Año 1- N°5 Lima – Perú Junio. Recuperado de web:
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletin_papa_acocro.pdf

Redagrícola, (2021). Inyección tecnológica en el cultivo de la papa. Recuperado de web: <https://redagricola.com/inyeccion-tecnologica-en-el-cultivo-de-la-papa/>

Rojas, B. (2016). Sistemas de cosecha en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el CIP Illpa-Puno (Tesis de pregrado). Puno, Perú.

Sermi, (2022). Cosechadora de papa y/o camote. Recuperado de web:
<https://www.sermisaperu.com/pdf/Cosechadora-de-papas.pdf>

Tuugo Productos, (2021). Recuperado de web:
<https://www.tuugo.com.mx/CompanyProducts/abrazaderas-cuadradas-para-kit-de-2-500-lbs./020999462180>

Vásquez, V. (1990). Experimentación agrícola. Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Amaru Editores. 1ra edición. Lima, Perú. 278p.

APÉNDICE

TABLAS DE DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

Tabla 4.1

Datos obtenidos en campo de tubérculos extraídos (kg/100 m²)

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	133.00	161.00	145.50	116.00	138.50	120.50
R2	136.50	164.50	142.00	110.00	134.00	124.00
R3	134.50	163.00	146.50	113.50	136.00	122.00
SUMA	404.00	488.50	434.00	339.50	408.50	366.50
PROM.	134.67	162.83	144.67	113.17	136.17	122.17
PROM. V.		147.39			123.83	
PROM. S.		123.92		149.50		133.42

Tabla 4.2

Datos transformados de tubérculos extraídos a (kg ha⁻¹)

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	13300.00	16100.00	14550.00	11600.00	13850.00	12050.00
R2	13650.00	16450.00	14200.00	11000.00	13400.00	12400.00
R3	13450.00	16300.00	14650.00	11350.00	13600.00	12200.00
SUMA	40400.00	48850.00	43400.00	33950.00	40850.00	36650.00
PROM	13466.67	16283.33	14466.67	11316.67	13616.67	12216.67
PROM. V.		14738.89			12383.33	
PROM. S.		12391.67		14950.00		13341.67

Tabla 4.3

Datos obtenidos de tubérculos recogidos por rebusque (kg/100 m²)

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	6.50	2.00	5.50	5.50	2.50	6.50
R2	6.00	1.50	4.50	5.50	2.00	6.00
R3	6.00	2.00	5.50	6.00	2.50	6.50
SUMA	18.5	5.5	15.5	17	7	19
PROM	6.17	1.83	5.17	5.67	2.33	6.33
PROM. V.		4.39			4.78	
PROM. S.		5.92		2.08		5.75

Tabla 4.4*Datos transformados de tubérculos recogidos por rebusque a ($kg\ ha^{-1}$)*

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	650.00	200.00	550.00	550.00	250.00	650.00
R2	600.00	150.00	450.00	550.00	200.00	600.00
R3	600.00	200.00	550.00	600.00	250.00	650.00
SUMA	1850	550	1550	1700	700	1900
PROM	616.67	183.33	516.67	566.67	233.33	633.33
PROM. V.		438.89			477.78	
PROM. S.	591.67		208.33		575.00	

Tabla 4.5*Datos de tiempo de tubérculos extraídos ($min/100m^2$)*

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	324.15	2.72	3.54	320.22	2.63	3.41
R2	322.40	2.68	3.52	319.87	2.65	3.39
R3	323.86	2.70	3.55	320.55	2.62	3.43
SUMA	970.41	8.10	10.61	960.64	7.90	10.23
PROM	323.47	2.70	3.54	320.21	2.63	3.41
PROM. V.		109.90			108.75	
PROM. S.	321.84		2.67		3.47	

Tabla 4.6*Datos transformados de tiempo de tubérculos extraídos ($horas/ha$)*

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	540.25	4.53	5.90	533.70	4.38	5.68
R2	537.33	4.47	5.87	533.12	4.42	5.65
R3	539.77	4.50	5.92	534.25	4.37	5.72
SUMA	1617.35	13.50	17.68	1601.07	13.17	17.05
PROM	539.12	4.50	5.89	533.69	4.39	5.68
PROM. V.		183.17			181.25	
PROM. S.	536.40		4.44		5.79	

Tabla 4.7*Tiempo en cosecha de tubérculos extraídos (jornales/ha)*

Rep.	v1 = Canchán			v2 = Roja Ayacuchana		
	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas	c1 = manual	c2 = cadena	c3 = rejas
R1	67.53	0.57	0.74	66.71	0.55	0.71
R2	67.17	0.56	0.73	66.64	0.55	0.71
R3	67.47	0.56	0.74	66.78	0.55	0.71
SUMA	202.17	1.69	2.21	200.13	1.65	2.13
PROM	67.39	0.56	0.74	66.71	0.55	0.71
PROM. V.		22.90			22.66	
PROM. S.	67.05		0.56			0.72

Tabla 4.8*Costo de cosecha de papa Canchán manual*

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Cosecha manual				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	67.39	50.00	3369.50
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				3495.50

Tabla 4.9*Costo de cosecha de papa Canchán con cadena*

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Cosecha con cadena				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	20	50.00	1000.00
- Tractor + cosechadora SERMI CP3	Horas/tractor	4.5	100.00	450.00
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				1576.00

Tabla 4.10*Costo de cosecha de papa Canchán con rejas*

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Cosecha con rejas				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	20	50.00	1000.00
- Tractor + Rejas	Horas/tractor	5.89	100.00	589.00
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				1715.00

Tabla 4.11*Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana manual*

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Cosecha manual				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	66.71	50.00	3335.50
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				3461.50

Tabla 4.12*Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana con cadena*

ACTIVIDAD	DE MEDIDA	DE UNIDAD	UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Cosecha con cadena				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	20	50.00	1000.00
- Tractor + cosechadora SERMI CP3	Horas/tractor	4.39	100.00	439.00
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				1565.00

Tabla 4.13*Costo de cosecha de papa Roja Ayacuchana con rejas*

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Cosecha con rejas				
- Recojo, selección y clasificación de tubérculos	Jornal	20	50.00	1000.00
- Tractor + Rejas	Horas/tractor	5.68	100.00	568.00
- Sacos	unidad	180	0.70	126.00
Costo de cosecha				1694.00

Tabla 4.14*Resumen de resultados*

Orden de merito	Variedad de papa (V)	Métodos de cosecha (C)	Extraídos (kg ha ⁻¹)	Rebusque (kg/ha)	Tiempo (hr/ha)	Jornales /ha	Cosecha \$/ha	Daños (kg ha ⁻¹)
1	v1 = Canchán	c2 = cadena	16283.33	183.33	4.50	0.56	1576.00	42.33
2	v1 = Canchán	c3 = rejas	14466.67	516.67	5.89	0.74	1715.00	125.67
3	v2 = Roja Ayacuchana	c2 = cadena	13616.67	233.33	4.39	0.55	1565.00	40.33
4	v1 = Canchán	c1 = manual	13466.67	616.67	539.12	67.39	3495.00	123.83
5	v2 = Roja Ayacuchana	c3 = rejas	12216.67	633.33	5.68	0.71	1694.00	123.33
6	v2 = Roja Ayacuchana	c1 = manual	11316.67	566.67	533.69	66.71	3461.50	120.83

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Entrevista y autorización para el inicio de trabajo de investigación.



Fotografía 02. Verificación, calibración para inicio de la cosecha con cadena.



Fotografía 03. Delimitación del área de trabajo.



Fotografía 04. Inicio de la cosecha con cadena y la variedad papa Canchán.



Fotografía 05. Registro de tiempo de recolección con la cosecha con cadena de la variedad papa Canchán.



Fotografía 06. Rebusque de papa Canchan, con la cosecha con cadena.



Fotografía 07. Verificación para el respectivo pesado de papa Canchan con la cosecha con cadena.



Fotografía 08. Inicio de cosecha con rejas con la variedad papa Roja Ayacuchana.



Fotografía 09. Cosecha con cadena y la variedad papa Roja Ayacuchana.



Fotografía 10. Recolección, selección y rebusque con la cosecha con cadena, variedad papa Roja Ayacuchana para su peso respectivo.



Fotografía 11. Verificación de terreno para la cosecha manual.



Fotografía 12. Medición de los surcos para la cosecha manual.



Fotografía 13. Inicio de la cosecha manual y la variedad Canchán.



Fotografía 14. Pesaje de recolección de papa de la cosecha manual.



Fotografía 15. Rebusque de la cosecha manual



Fotografía 16. Verificación de la cosecha con rejas.



Fotografía 17. Inicio de cosecha con rejas.



Fotografía 18. Registro de tiempo de recolección con la cosecha con rejas de la variedad Roja Ayacuchana.



Fotografía 19. *Recolección, selección y rebusque con la cosecha con rejas, variedad Roja Ayacuchana para el pesado respectivo.*



Fotografía 20. *Familia Rojas.*

FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS

FICHA TÉCNICA DEL AZADÓN TRUPER

TRUPER



CÓDIGO: 10612 CLAVE: AL-0M

Azadón Lane No.0 de 1.6 lb con mango de 54", Truper

- Cabeza forjada en una sola pieza con nervio central para mayor resistencia al impacto y disminución de la vibración, acabado pulido y preafilado
- Mango de fibra de vidrio más resistente que los mangos de madera con inserto cónico para acople preciso para mayor seguridad
- Ideal para aflojar y preparar el terreno para la siembra
- Uso agrícola y hortícola



Forjado de una sola pieza

Especificaciones

Mango	54" (137 cm)
Número	0
Dimensiones de la hoja (ancho x altura)	6 1/2" (17 cm) x 7" (18 cm)
Diámetro cónico	38 - 39 mm
Peso de la cabeza	1.6 lb (0.7 kg)
Inner	4

País de origen

Fabricado en México bajo las estrictas especificaciones de Truper

FICHA TÉCNICA DE COSECHADORA DE PAPA CON CADENA SERMI

sermi 

COSECHADORA DE PAPA y/o CAMOTE

Cosechadora de enganche de tres puntos, diseñada para todo tipo de terreno.

Sistema único de cadenas reforzadas, que permite realizar una labor perfecta y segura

Cosechadora fabricada en 4 medidas acoplándose al sistema de siembra.



Características técnicas

Modelo	Ancho de trabajo (cuerpo delantero)	Ancho de salida (cuerpo posterior)	Long cuerpo posterior	Nº de eslabones Cadena delantera	Nº de eslabones Cadena posterior	Peso Aprox.	Potencia requerida
Cp1	0.63 m.	0.53 m.	0.75 m.	60	40	400 Kg	40 - 65 HP
Cp2	0.78 m.	0.53 m.	0.75 m.	60	40	450 Kg	45 - 65 HP
Cp3	0.78 m.	0.78 m.	0.75 m.	60	40	480 Kg	45 - 65 HP
Cp4	0.78 m.	0.78 m.	1.00 m.	60	60	520 Kg	50 - 70 HP



Cadena ASA-80



Cadena transportadora de 48 cm



Cadena transportadora de 60 cm



Cadena transportadora de 74.5 cm



Piñon de cadena lateral Z-18 ASA 80



Piñon de cadena lateral Z-14 ASA 80



Piñon Fundido Z-14



Piñon fundido Z-11



Rodillo guía



Trompo guía



Batidores de cadena transportadora



Escanea el código para ver el video

FICHA TÉCNICA DE LA SURCADORA SERMI



SURCADORA DE BRAZOS RÍGIDOS

Barra sólida de sección cuadrada en acero H-1045 de 60 o 65 mm x 3,00m de largo.

Equipo totalmente desmontable

Carteras con pernos oscilantes

Fácil regulación, distanciamiento y altura de los brazos

Castillo de enganche categoría II

Equipado según necesidad.



Características técnicas

Modelo	Nº de brazos rectos	Nº de brazos curvos	Dimensiones de barra	Profundidad de trabajo	Peso aproximado	Potencia requerida
982	2	2 de 10	60x60mm x3m	0,20 m	250 kg	45 a 55 HP
993	3	3 de 10	60x60mm x3m	0,20 m	275 kg	50 a 65 HP
994	4	4 de 10	60x60mm x3m	0,20 m	300 kg	75 a 80 HP

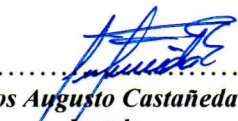

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. ABEL ELEODORO GONZALEZ HUAUYA**R.D. N° 052-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a un día del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Rolando Bautista Gómez Decano(e) de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, M.Sc. Federico Quicaño Suárez como asesor, M Sc. Pelayo Carrillo Medina y Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Métodos de cosecha en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Acocro, Ayacucho - 2019.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por el Bachiller **ABEL ELEODORO GONZALEZ HUAUYA.**

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	16	15	15
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	16	16	16	16
M Sc. Pelayo Carrillo Medina	16	14	15	15
Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén	15	14	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente
.....
M.Sc. Federico Quicaño Suárez
Asesor
.....
M Sc. Pelayo Carrillo Medina
Jurado
.....
Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén
Jurado
.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Métodos de cosecha en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Acocro, Ayacucho - 2019

Autor : Abel Eleodoro González Huauya
Asesor : Federico Quicaño Suárez

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **trece por ciento (13 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2327914119

Ayacucho, 22 de marzo de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuni Gálvez Gastelu
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Métodos de cosecha en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Acocro, Ayacucho - 2019

por Abel Eleodoro Gonzalez Huauya

Fecha de entrega: 22-mar-2024 10:08a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2327914119

Nombre del archivo: TESIS_ULTIMO_AEGH_20-03-2024_IMPRESION.docx (35.35M)

Total de palabras: 20427

Total de caracteres: 106481

Métodos de cosecha en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Acocro, Ayacucho - 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	www.midagri.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	eos.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%

9	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
10	versatilidadweb.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
12	www2.inia.cl Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.kerwa.ucr.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
15	diariocorreo.pe Fuente de Internet	<1 %
16	agroingeniero.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uisrael.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	view.genial.ly Fuente de Internet	<1 %
20	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo