

RESUMEN

La investigación se realizó en la localidad de Camacho, Provincia Arce Tarija, con el objetivo de evaluar el comportamiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Desiree y Jatun puka bajo tres densidades de siembra D1(25 cm), D2(30cm) y D3(35cm), con diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial (2x3) con 6 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 18 unidades experimentales con una superficie de 9m² por cada unidad experimental.

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de comparación de Tukey determinaron que, si bien el porcentaje de emergencia fue óptimo y estadísticamente similar en todos los tratamientos (cercano al 100%), existieron diferencias estadísticamente altamente significativas en los parámetros de desarrollo y rendimiento. Al evaluar la variedad Desiree (V1) destacó en su desarrollo vegetativo inicial al presentar un mayor promedio de tallos (3,8 por planta) y demostró ser significativamente más precoz, completando su ciclo a los 107,9 días; su máxima eficiencia productiva se registró en la densidad de 30 cm (T2), logrando un rendimiento de 40,2 t/ha y una relación Beneficio/Costo de 1,9. Por su parte, la variedad Jatun Puka (V2) evidenció que, aunque su ciclo biológico fue más tardío (123,8 días) y presentó un menor número de tallos (2,9), superó de manera altamente significativa los niveles de producción, registrando una media de 14,0 tubérculos por planta; su mejor respuesta agronómica se observó en la densidad de 35 cm (T6), donde alcanzó el rendimiento máximo de todo el ensayo con 59,2 t/ha y el mayor retorno económico, con una relación Beneficio/Costo de 2,9, concluyéndose que esta variedad bajo una menor competencia poblacional representa la alternativa más viable y rentable para la región.

INTRODUCCIÓN

La papa cultivada hoy en día en todo el mundo es una de las plantas más alimenticias fue primeramente domesticada en las zonas alto andinas del Perú. Su cultivo se remota hacia 7000 años atrás basado en evidencias arqueológicas, principalmente de las culturas preincaicas. La papa fue introducida de América del Sur a Europa a fines del siglo XVI, algunos años después del descubrimiento y conquista del Perú. La papa cultivada y sus parientes silvestres poseen una amplia diversidad genética. Mas de 200 especies silvestres turíferas del género *Solanum* han sido identificadas y están agrupadas en una serie de poliploidia desde diploides hasta hexaploides. (Rodríguez, 2010).

La producción de papa en Bolivia alcanzó 1,6 millones de toneladas este año entre las campañas de invierno y verano, lo que representa un aumento del 15% en comparación con 2024, según un informe del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La producción en Bolivia aumentó un 15%, alcanzando las 1.604.953 toneladas, con un rendimiento promedio de 8.541 kilogramos por hectárea. El informe también señaló que en los últimos cinco años las importaciones de papa han disminuido en un 99%, lo que significa que casi todo el consumo actual proviene de la producción nacional, Actualmente, Bolivia cuenta con 2.423 variedades de papa, reafirmando su posición como uno de los principales centros de origen mundial del cultivo, según el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). (razon, 2025)

En el departamento de Tarija, según los datos proporcionados por la ex secretaria Nacional de Agricultura y ganadería (SENAG), se tiene una superficie cultivada de 10.000 ha con un rendimiento promedio de 6.102 kg/ha. Una producción de 61.000 toneladas y con un porcentaje de participación en la producción Nacional de 5.65% en superficie cultivada. (razon, 2025)

JUSTIFICACIÓN

En la comunidad de Camacho, este tubérculo representa una fuente fundamental de sustento e ingreso para las familias productoras. Sin embargo, las densidades de siembra y el rendimiento de este cultivo pueden variar significativamente dependiendo de la variedad utilizada y de las condiciones agroecológicas locales. Al evaluar densidades de dos variedades de papa permitirá identificar cuál de ellas se adapta mejor a las condiciones específicas de la comunidad de Camacho, lo cual puede traducirse en mayores rendimientos, mejor calidad del producto y, por ende, mayores beneficios para los agricultores. La presente investigación, por tanto, contribuirá al fortalecimiento del sistema productivo local, brindando información técnica útil para los productores, instituciones de desarrollo rural y tomas de decisiones que buscan mejorar la productividad y el bienestar de las comunidades agrícolas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes en Bolivia, especialmente en el departamento de Tarija, donde representa una fuente significativa de alimento y ingresos para los pequeños y medianos productores. En la comunidad de Camacho, la papa se siembra principalmente en condiciones de secano, y el manejo agronómico sigue prácticas tradicionales que no siempre están basadas en estudios técnicos y científicos. Uno de los factores agronómicos que influye directamente en la productividad de la papa es la densidad de siembra. La distancia entre plantas afecta la competencia por recursos como luz, agua y nutrientes, lo que puede influir en el crecimiento vegetativo, la formación de tubérculos y, en última instancia, el rendimiento por hectárea. Sin embargo, en Camacho, los agricultores utilizan densidades de siembra basadas en su experiencia, sin contar con información local suficiente que les permita optimizar el uso del suelo y aumentar la productividad del cultivo.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta de las variedades de papa Desiree y Jatun puka (*Solanum tuberosum* L.) bajo tres densidades de siembra en la comunidad de Camacho, provincia Arce-Tarija, para identificar la densidad óptima que permita mejorar el crecimiento y el rendimiento del cultivo.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las tres densidades de siembra sobre el crecimiento vegetativo de las variedades de papa Desiree y Jatun puka a Través de variables agronómicas en la comunidad e Camacho.
- Cuantificar el rendimiento total en (toneladas por hectárea) y comercial de las variedades Desiree y Jatun puka en cada una de las densidades de siembras aplicadas.
- Comparar la rentabilidad económica de las variedades de papa Desiree y Jatun Puka, mediante el análisis de los costos de producción y la relación beneficio/costo.

HIPÓTESIS

Las variedades de papa Desiree y Jatun Puka presentan diferencias significativas en su rendimiento al ser sembradas en distintas densidades, siendo posible identificar una densidad óptima para cada variedad.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.-Origen de la papa

La papa cultivada hoy en día en todo el mundo como una de las plantas más alimenticias fue primeramente domesticada en las zonas altoandinas del Perú. Su cultivo se remonta hacia 7000 años atrás basado en evidencias arqueológicas, principalmente de las culturas preincaicas. La papa fue introducida de América del Sur a Europa a fines del siglo XVI, algunos años después del descubrimiento y conquista del Perú. La papa cultivada y sus parientes silvestres poseen una amplia diversidad genética. Más de 200 especies silvestres tuberíferas del género *Solanum* han sido identificadas y están agrupadas en una serie de poliploidia desde diploides hasta hexaploides. Estas especies cultivadas de papa están ampliamente distribuidas en los diferentes ecosistemas del continente americano, desde el norte de México hasta el sur de Chile. En general, representan un inmenso recurso genético con genes y alelos valiosos, sistemáticamente utilizados en los actuales programas de mejoramiento genético de la papa para generar dones entes y variedades superiores, mayormente con resistencia a plagas y enfermedades. En el ámbito agrícola, el cultivo de la papa presenta una gran plasticidad ecológica. Puede desarrollarse desde zonas frías de alta montaña hasta regiones templadas y subtropicales. Esto es posible gracias a la diversidad genética acumulada a lo largo de miles de años de selección natural y humana. Esta variabilidad ha permitido desarrollar variedades resistentes a heladas, sequías moderadas y suelos con diferentes composiciones. (Alfaro, 2019)

1.2.-Taxonomía

Cuadro 1.-Taxonomía de la papa

Reino	Vegetal
Phylum	Teleomorphytae
División	Tracheomorphytae
Subdivisión	Antrophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Grado evolutivo	Metachlamideae
Orden	Polemoniales
Familia	Solanaceae
Nombre científico	Solanum tuberosum L.
Nombre común	papa

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2025)

1.3 descripción botánica

1.3.1.-Raíces

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz taxonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, primero forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. (Agronotips, 2023)

1.3.2.-Tallos

Los tallos se originan de las yemas u ojos del tubérculo madre. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal, mientras que las provenientes de tubérculos semilla pueden producir varios tallos, Generalmente son de color verde y algunas veces, de color café rojizo o morado. El tallo aéreo, que puede ser ramificado, es generalmente hueco y triangular en sección transversal. El tallo se considera

principal si crece directamente del tubérculo y a las ramas laterales de este se les denomina tallo secundario. (Agronotips, 2023)

1.3.3.-Hojas

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo llamado peciólulo, o puede estar unido directamente, sin peciólulo, y en este caso se llama folíolo sésil. (Morales, 2021)

1.3.4.-Flores

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los cálices. (Morales, 2021)

1.3.5.-Tubérculos

Es un engrosamiento del estolón como consecuencia de la acumulación de reservas, constituyendo el principal órgano de reserva de la planta. Los tubérculos pueden variar en forma y tamaño. Una planta puede formar hasta 20 tubérculos. Dependiendo de la variedad, cada tubérculo tiene entre dos y hasta 10 yemas u ojos. (Agronotips, 2023)

1.3.6.-Brote

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes. El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo. (Morales, 2021)

1.3.7.- Semilla.

Una semilla de calidad de papa es un tubérculo que permite mantener las características genéticas y el potencial productivo de una variedad. Una semilla de calidad debe ser sana, libre de virus, plagas y enfermedades, y fisiológicamente apta para germinar y formar tallos principales. Además, una semilla de calidad debe tener un peso adecuado, para asegurar una buena emergencia y desarrollo del cultivo. (Colquejanco, 2023)

1.4.-Requerimientos

1.4.1.-Requerimientos del suelo

La papa puede crecer en la mayoría de los suelos, aunque son recomendables suelos con poca resistencia al crecimiento de los tubérculos. Los mejores suelos son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, con buen drenaje y ventilación, que además facilitan la cosecha. Sin embargo, se pueden alcanzar altas producciones en suelos con textura arcillosa al aplicar materia orgánica y regulando las frecuencias de riego. Suelos con una profundidad efectiva mayor 50 cm, son necesarios para permitir el libre crecimiento de estolones y tubérculos de la planta. El cultivo tiene un adecuado desarrollo en un rango de pH de 5.0 a 7.0. Los suelos salinos, alcalinos o compactados provocan trastornos en el desarrollo y producción de la papa. Es recomendable tener suelos con una densidad aparente de 1.20 g/cm³, contenido de materia orgánica mayor a 3.5 % y una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m. (INTAGRI, 2017)

1.4.2.-Requerimientos del clima

El cultivo de la papa requiere condiciones climáticas específicas para su óptimo desarrollo. El clima ideal para la papa es el templado, con temperaturas que oscilan entre los 10-20 °C. Las papas se desarrollan mejor en un ambiente donde las temperaturas diurnas no son excesivamente altas, ya que temperaturas superiores a los 25 °C pueden afectar negativamente su crecimiento. Las noches frescas son especialmente beneficiosas durante la etapa de tuberización, ya que favorecen la acumulación de almidón en los tubérculos. Además del rango de temperatura, la papa requiere de una estación de crecimiento bien definida con una distribución uniforme de

lluvias. Un suministro constante de humedad es crucial, especialmente durante el periodo de formación y crecimiento de los tubérculos. Un régimen de lluvias de entre 500 y 800 mm distribuidos uniformemente a lo largo del ciclo de cultivo es ideal. Sin embargo, es importante evitar el exceso de agua, ya que el encharcamiento puede provocar enfermedades y la pudrición de los tubérculos. Por ello, en regiones con lluvias escasas, el riego controlado es una práctica común para mantener la humedad necesaria. El clima también influye en la elección de la variedad de papa a cultivar. Existen variedades adaptadas a diferentes condiciones climáticas, desde regiones frías de montaña hasta zonas más cálidas. En regiones con inviernos fríos, se suele plantar la papa al inicio de la primavera para cosecharla en verano o principios de otoño, mientras que en climas más cálidos se puede plantar en otoño para cosechar en invierno o principios de primavera. (INTAGRI, 2017)

1.4.3.- Altitud.

La altitud puede variar, pues el cultivo se desarrolla bien desde alturas mínimas de 460 hasta los 3,000 msnm, pero la altitud ideal para un buen desarrollo se encuentra desde los 1,500 a 2,500 msnm, claro está que bajo estas condiciones se da la mejor producción de la papa. (ONDARURAL, 2024)

1.4.4.-Temperatura

Para el cultivo de la papa, la mayor limitante son las temperaturas, ya que si son inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a 23 °C. Por ese motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de invierno en las regiones más calurosas. En los lugares considerados una planta termo periódica, es decir, necesita una variación de las temperaturas entre el día y la noche. Dicha variación debe ser entre 10 a 25 °C en el aire. La temperatura del suelo adecuado para el desarrollo de tubérculos debe ser de 10 a 16 °C durante la noche y de 16 a 22 °C en el día. Cuando la oscilación de estas temperaturas es menor a las especificadas anteriormente, se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa. (INTAGRI, 2017)

1.5.-Manejo del cultivo

El terreno debe estar bien preparado y nivelado para facilitar en lo posible el riego y drenaje del cultivo. En las planicies de los valles, se recomienda realizar un pase de arado profundo en dirección de la pendiente de terreno, para facilitar el surcado y riego, luego se realiza entre tres a cuatro pases de rastra, iniciando el primero en la misma dirección del arado, luego uno perpendicular al anterior, otro diagonal y el último, en dirección al surcado.

del terreno. En laderas de montañas con pendiente pronunciada, la preparación se realiza regularmente con motocultor o en forma manual con escardilla formando pequeñas terrazas. El tubérculo-semilla requiere alta humedad en el suelo para emerger la planta y establecerse. Un suelo de textura franco arenosa bien preparado facilita la penetración de las raíces, rápida emergencia inicial de la plántula, buen drenaje y ambiente favorable al desarrollo del tubérculo. (JESUS, 2020)

1.5.1.-Manejo agronómico previo a la siembra.

El terreno debe estar bien preparado y nivelado para facilitar en lo posible el riego y drenaje del cultivo. En las planicies de los valles, se recomienda realizar un pase de arado profundo en dirección de la pendiente de terreno, para facilitar el surcado y riego, luego se realiza entre tres a cuatro pases de rastra, iniciando el primero en la misma dirección del arado, luego uno perpendicular al anterior, otro diagonal y el último, en dirección al surcado.

del terreno. En laderas de montañas con pendiente pronunciada, la preparación se realiza regularmente con motocultor o en forma manual con escardilla formando pequeñas terrazas. El tubérculo-semilla requiere alta humedad en el suelo para emerger la planta y establecerse. Un suelo de textura franco arenosa bien preparado facilita la penetración de las raíces, rápida emergencia inicial de la planta, buen drenaje y ambiente favorable al desarrollo del tubérculo. (JESUS, 2020)

1.5.2.-Preparación de la semilla

1.5.2.1.-Dormancia o reposo de la semilla

Dormancia o reposo de la semilla Es el período que transcurre entre la cosecha y la brotación. Para el tubérculo semilla, esta etapa dura de 2 a 3 meses y para la semilla

sexual entre 4 a 6 meses. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o 9.2 Brotación Ocurre cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos; dura de dos a tres meses, luego la papa está apta para sembrarse; es ideal que los tubérculos 9.3 Emergencia Los brotes de los tubérculos emergen de 10 a 12 días y de 8 a 12 días de semilla sexual cuando son plantados en el campo tienen las condiciones 9.4 Desarrollo de tallos alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido. (JESUS, 2020)

1.5.1.2.-Brotación

Ocurre cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos; dura de dos a tres meses, luego la papa está apta para sembrarse; es ideal que los tubérculos 9.3 Emergencia Los brotes de los tubérculos emergen de 10 a 12 días y de 8 a 12 días de semilla sexual cuando son plantados en el campo tienen las condiciones 9.4 Desarrollo de tallos alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico en dosis de 1 a 5 ppm. presenten por lo menos tres brotes cortos, fuertes y que tengan una longitud de 0.5 a 1 cm. (JARAMILLO, 2021)

1.6.-Fertilización

Una de las decisiones más importantes del manejo agronómico, por su potencial impacto en los rendimientos y en los costos de producción, es la fertilización del cultivo con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Se les define como macro-nutrientes primarios porque son los que el cultivo requiere en mayores cantidades. Si bien están presentes en todos los suelos, puede ocurrir que se encuentren en niveles deficientes para el cultivo, afectando negativamente su área foliar y finalmente el rendimiento. (Agronotips, 2023)

1.6.1.- Fertilización orgánica

la materia orgánica tiene una gran influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Cuya influencia se sintetiza en los siguientes aspectos: mejora la estructura del suelo, debido a la formación de agregados más estables, reduce la plasticidad y cohesión de los suelos arcillosos, aumenta la capacidad de retención del

agua, aumenta considerablemente la capacidad de intercambio iónico, regula el pH del suelo, aumenta la actividad microbiana y favorece la asimilación de los nutrientes, por su lenta liberación. Se recomienda aplicar de 15 a 20 T/ha de materia orgánica bovina al suelo, preferentemente en suelos pobres en nitrógeno, fósforo y materia orgánica, como también aquellos con pH alcalino y/o ácido, con el fin de que el pH tienda a la neutralidad. (Agronotips, 2023)

1.6.2.-Fertilización inorgánica

Un fertilizante inorgánico es aquel fabricado a partir de amoníaco, nitrógeno atmosférico, minerales fosfatados y otras sustancias químicas, que se someten a reacciones químicas controladas por el hombre, como el proceso Haber. Su naturaleza de acción rápida y su variedad de formas (líquido, polvo, gránulos, etc.) hacen que sean famosos por proporcionar una gran cantidad de macronutrientes y resultados rápidamente perceptibles. Sin embargo, los efectos de los fertilizantes inorgánicos en las plantas no duran mucho (a menos que se apliquen formas de liberación lenta), por lo que hay que volver a aplicar dichos productos a lo largo de todas las etapas de crecimiento de las plantas para mantener la cantidad necesaria de nutrientes. (Cherlinka, 2025)

1.6.3.- Recomendaciones de fertilización para el cultivo de papa consumo, en base a la interpretación de los resultados del suelo.

Cuadro N°2.-Recomendaciones de fertilización para el cultivo de papa consumo

Interpretación de análisis de suelo	Nutrientes			
	N	P O	KO	S
	Kg/ ha que se debe aplicar			
Bajo	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	50-100	60-200	30-60	1-20

Fuente: (Colquejanco, 2023)

1.7.-Siembra

para la siembra deben de tener un tamaño ideal de 6 a 8 centímetros de longitud o de 35 a 80 gramos de peso. Cada tubérculo debe de tener al menos 2 brotes de entre 1 a 3 centímetros de longitud. Si se tiene brotes de tamaño uniforme se va a obtener una emergencia de tallos y estolones uniformes que van a repercutir en un tamaño homogéneo de tubérculos. Los tubérculos semilla se colocan en forma transversal a lo largo del surco y a 30 centímetros entre tubérculo. La distancia recomendada de siembra entre surcos Investigación para el desarrollo agrícola depende del hábito de crecimiento y ciclo de cultivo de cada variedad. Para la siembra de papa con tubérculos semilla con las características mencionadas anteriormente se necesita de 46 a 69 quintales por hectárea. . (JARAMILLO, 2021)

1.7.1-Densidad de siembra

Dependiendo de la variedad, de la fertilidad del suelo y la inclinación del terreno, la distancia entre surcos variará de 0.60 a 0,80 m. Con una distancia entre plantas de 0.30 m. Con estas distancias entrarían de 35 a 40 Quintales por Ha. (JARAMILLO, 2021)

1.7.2.-Profundidad de siembra

la profundidad de siembra varía entre 5 a 12 cm. Debe preferirse la profundidad mayor en suelos livianos o faltos de humedad en el momento de la siembra y la profundidad menor en el caso de suelos pesados o en los cuales se emplea la semilla de papa pre germinada. (INTAGRI, 2017)

1.8.-Aporque

Indican esta labor tiene 4 objetivos: El primero consiste en proporcionar el sostén necesario a la planta; el segundo es aflojar el suelo y así evitar pérdidas de humedad; el tercero el control de malezas y el cuarto incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada para una mejor tuberización. El periodo óptimo para llevar a cabo el aporque puede realizarse entre los 90 a 105 días después de la siembra. (Sedir, 2023)

1.9.- Riego

Se puede indicar que un cultivo de papa localizado a 3.000 m.s.n.m., necesita entre 600 a 700 mm de precipitación distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. La etapa crítica durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de tuberización y floración. En caso de riego artificial puede darse por aspersión y por gravedad, este último debe ser espaciado convenientemente. (Sedir, 2023)

1.10.- Malezas.

Las malezas compiten por luz, agua y nutrientes, además son hospederos de plagas y enfermedades que afectan al cultivo, por esta razón se realiza su control. En sistemas 12 tradicionales de producción este control se realiza manualmente, utilizando herramientas adecuadas para este efecto (Nuñez, 2018)

1.11.- Plagas y enfermedades

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los más importantes a nivel mundial, pero su productividad se ve significativamente afectada por diversas plagas y enfermedades. Estas amenazas biológicas pueden ocasionar pérdidas económicas considerables, afectar la calidad del tubérculo y reducir la capacidad de almacenamiento. Su impacto depende de factores ambientales, prácticas de manejo y la susceptibilidad varietal. (Forbes, 2021)

1.11.1.-Plagas principales

Dentro de las plagas principales, la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) destaca por provocar daños tanto en campo como en almacenamiento mediante galerías en hojas y tubérculos. En zonas altoandinas, el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) constituye una de las plagas más destructivas, ya que sus larvas perforan los tubérculos. Asimismo, los pulgones, como *Myzus persicae*, representan un riesgo epidemiológico debido a su capacidad para transmitir virus que reducen drásticamente el rendimiento. (Reinoso, 2017)

1.11.2.-Enfermedades

1.11.2.1.-El tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

El tizón tardío del papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es una de las enfermedades más devastadoras de la papa a nivel mundial. En 1845 causó en Irlanda la destrucción total de los campos de papa, que eran la principal fuente alimenticia de ese país, produciendo la muerte de miles de personas y la migración de muchos sobrevivientes a otros lugares de Europa y Norte América. Desde esa fecha a la actualidad se han realizado numerosos estudios sobre la etiología, epidemiología y control de la enfermedad, los cuales se han incrementado aún más desde el hallazgo del tipo A2 en Europa en 1984, y el desarrollo de técnicas bioquímicas y moleculares que permitieron mejorar los estudios de la genética de poblaciones del patógeno. Estos estudios nos permitieron conocer los peligros para la producción de papa que ocurrían después de los procesos de variación genética del patógeno, principalmente debido a la aparición de variantes con mayor resistencia a los fungicidas sistémicos, mayor virulencia y mayor aptitud parasítica, así como a la presencia de oosporas como fruto de la reproducción sexual del patógeno en nuevas zonas agrícolas. (Forbes, 2021)

1.11.2.2.-El tizón temprano (*Alternaria solani*)

El tizón temprano y el tizón tardío, dos enfermedades graves de la papa, están ampliamente distribuidas. Ambas se encuentran en todas partes donde se cultivan papas. Los términos "temprano" y "tardío" se refieren al momento relativo de su aparición en el campo, aunque ambas enfermedades pueden presentarse simultáneamente. El tizón temprano de la papa es causado por el hongo *Alternaria solani*, que puede causar enfermedades en la papa, el tomate, otros miembros de la familia de la papa y algunas mostazas. Esta enfermedad, también conocida como mancha diana, rara vez afecta a plantas jóvenes de crecimiento vigoroso. Se presenta primero en las hojas más viejas. El tizón temprano se ve favorecido por temperaturas cálidas y alta humedad. Las manchas comienzan como pequeñas manchas oscuras, secas y con aspecto de papel, que crecen hasta convertirse en áreas circulares u ovaladas de color marrón negruzco. Suelen estar bordeadas por venas que las hacen angulares.

Suelen tener una apariencia de diana, causada por anillos concéntricos de tejido muerto, elevado y deprimido. (Forbes, 2021)

1.11.2.4.-La sarna común (*Streptomyces scabies*)

La sarna común se define como una enfermedad del suelo de la papa, causada por el microorganismo similar a la bacteria *Streptomyces scabies*. Afecta principalmente a los tubérculos jóvenes y produce lesiones medulares de color marrón oscuro que pueden reducir el rendimiento comercial y el valor del cultivo. La enfermedad se agrava en suelos cálidos y secos con un pH superior a 5,2, y puede controlarse mediante métodos de control integrados, como la rotación de cultivos y semilla certificada. (Joseph, 2022)

1.12.-Variedades

1.12.1.-Variedad Desiree

Se trata de una variedad con altos rendimientos, que además tiene una excelente comerciabilidad. Debido a su cuidado sin pretensiones, se puede cultivar en varias regiones, pero la mayoría de las veces se encuentra en el Volga Medio. Los tubérculos se pueden utilizar para casi cualquier aplicación culinaria. (Gómez, 2019)

1.12.2.-Propósito y sabor de los tubérculos.

Esta variedad tiene buen sabor, pero no hierve bien, por lo que es mejor no usarla para puré de papas o como relleno para pasteles. Pero esta variedad hará excelentes papas fritas, papas fritas, papas al estilo campestre. (Gómez, 2019)

1.12.3.-Maduración

Desiree pertenece a variedades con un período de maduración a mitad de temporada, la cosecha se lleva a cabo 100-110 días después de la aparición de los primeros brotes. (Gómez, 2019)

1.12.4.-Crecimiento y cuidado

El momento óptimo para plantar es a principios de mayo, durante este período, las heladas de retorno son casi imposibles. Antes de plantar, los tubérculos deben tratarse previamente para aumentar la inmunidad contra las enfermedades. Debe quedar una

distancia de unos 35 cm entre futuras plantas, 60 cm entre hileras Plantar el material de siembra a una profundidad de 8-10 cm. (Gómez, 2019)

1.13.- Variedad Jatun Puka

Con un rendimiento de 40 toneladas por hectárea, la papa Jatun Puka aspira a ser la “reina” en la gastronomía industrial boliviana, al competir con tubérculos peruanos que ingresan al país por la vía del contrabando, para su consumo en comida rápida como frituras. “La Jatun Puka es una variedad precoz, pues se siembra y en tres meses ya se puede cosechar”, informó el director nacional de Innovación del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Rogelio Maydana. (Salinas, 2025)

1.13.1.- Comportamiento agronómico

El tubérculo, introducido hace más de una década, tiene forma alargada con ojos superficiales, la cáscara es de tonalidad rojiza intensa, mientras que la pulpa tiene un tono amarillo claro, se lee en el registro (RV-PA-1014-18) que publica la entidad, que depende del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Maydana resaltó que esta variedad industrial busca contrarrestar el contrabando de tubérculos procedente de la República del Perú. “En la actualidad, llegan al país aproximadamente 30 mil toneladas de papa procedente del Perú, por lo que el INIAF liberó la Jatun Puka, para contrarrestar este ingreso ilegal”, comentó acerca de la variedad tolerante a las enfermedades causadas por la phytophthora infestans, un hongo que provoca manchas en las hojas, y al “potato virus Y” PVY y PLRV, que causan daños en los cultivos. (Salinas, 2025)

1.14.-Densidades

1.14.1.-Densidad de siembra

La densidad de siembra es un factor importante que influye significativamente en el rendimiento y la calidad de los cultivos. Se refiere al número de plantas por unidad de área, típicamente medido en plantas por hectárea. Para determinar la densidad óptima de siembra se debe considerar varios factores, como el tamaño de la planta y su hábito de crecimiento, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, y las condiciones ambientales y climáticas. (Sela, 2015)

1.14.2.-Factores que afectan la densidad óptima de siembra

Varios factores influyen en la densidad óptima de siembra para un cultivo. El tamaño y el hábito de crecimiento de la planta juegan un papel importante. Los cultivos de raíces profundas, como las legumbres, y los tubérculos pueden tolerar densidades de siembra más altas, mientras que los cultivos de raíces poco profundas como la se benefician de densidades más bajas para evitar la competencia por recursos como el agua y los nutrientes. (Sela, 2015)

1.14.3.-Cómo determinar la densidad de siembra óptima

La mejor práctica para encontrar la densidad de siembra óptima, es realizar ensayos. Estos ensayos implican sembrar en diferentes densidades en parcelas separadas y monitorear de cerca el crecimiento y desarrollo de las plantas. Al comparar el rendimiento y la calidad de los cultivos a diferentes densidades, se puede determinar la densidad ideal para sus condiciones específicas de suelo y clima. Este enfoque basado en datos permite una toma de decisiones informadas y ayuda a maximizar la productividad de los cultivos. (Sela, 2015)

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

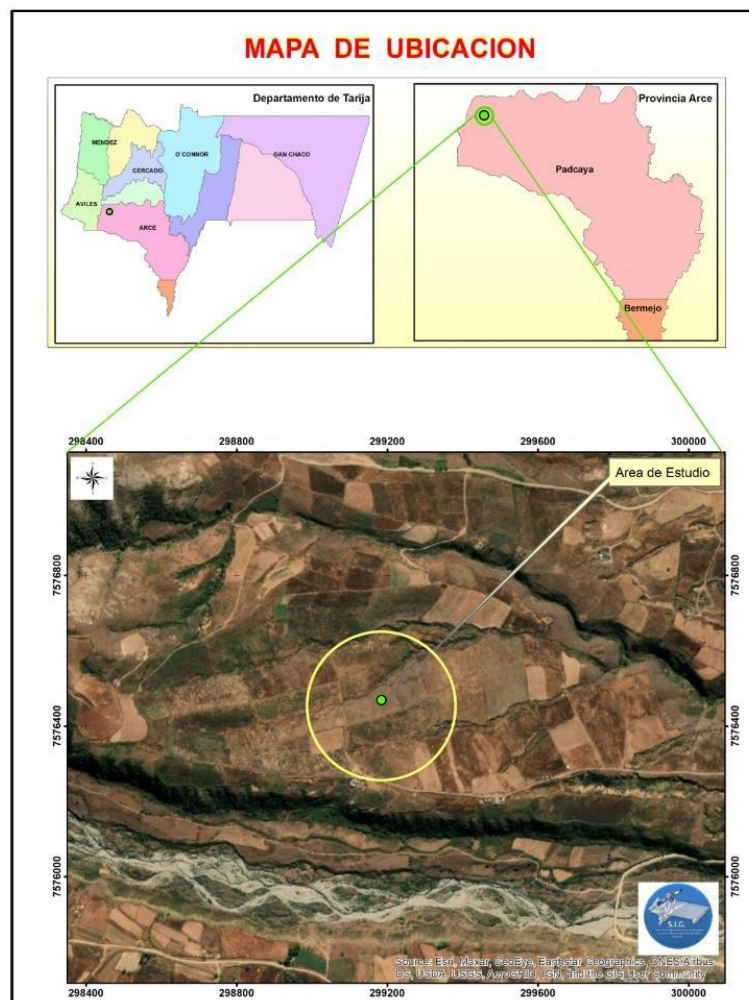
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la comunidad de Camacho, situado a 80 Km. De la ciudad de Tarija, ubicada en la provincia Arce, del departamento de Tarija. Y una altura de 2800 m.s.n.m.

Figura 1: localización



Fuente: SIG de la facultad de ciencias agrícolas y forestales.

2.1.2.-Características climáticas

La comunidad de Camacho cuenta con un clima Sub húmedo, para llevar adelante esta investigación se tomó en cuenta la estación climatológica de Cañas considerando los datos los datos meteorológicos para el análisis. La mencionada estación se encuentra ubicada a 21° 54 ‘08” de latitud Sur y 64°51 ‘ 03” de Longitud Oeste.

2.1.3.-Temperatura

La comunidad de Camacho presenta una temperatura máxima de 26,2 °C y mínima de 12,8°C, con una temperatura diurna 22,13°C y nocturna de 14,6°C. Otorgado por la estación más cercana de Cañas, La temperatura varía a lo largo del año, dando los registros más altos en los meses de enero y febrero, las menores temperaturas se producen en los meses de junio y julio.

2.1.4. Precipitación

Según la estación de Cañas la zona registra una precipitación mínima anual de 746, 9 mm. Registrándose la mayor precipitación anual con 1215.5mm.

2.1.5. Humedad relativa

La humedad relativa promedio registrada por la estación de cañas es de 67%. Una máxima humedad relativa de 81,0% registrada en el mes de febrero.

2.1.6.-Indicadores del rendimiento regional

En el municipio de Padcaya. De acuerdo con los datos oficiales del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (2023), este municipio destaca como uno de los principales productores a nivel departamental, presentando un rendimiento promedio en el cultivo de papa de 8,7 t/ha.

2.2.- Materiales

2.2.1. Material vegetal

- Semilla de papa var. Desiree.
- Semilla de papa var. Jatun puka.

2.2.2. Material de campo

- Estacas.
- Flexómetro.

- Bolsas plásticas.
- Vaso transparente.
- Agua.

2.2.3. Material de gabinete

- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.

2.2.4. Herramienta y equipo

- Azadón.
- Tractor.
- Pala.
- Machete.

2.2.5. Insumos

- Estiércol ovino.
- 20-20-20.

2.3.-Metodología

2.3.1.-Diseño experimental.

Para el siguiente trabajo de investigación se desarrolló un diseño con bloques al azar con arreglo factorial (2 x 3) con 6 tratamientos y 3 repeticiones con 18 unidades experimentales.

2.3.2.-Descripción de los factores:

Factor A: Variedades (Desiree y Jatun Puka)

A1.-Variedad Desiree

Es una variedad de papa de origen europeo, ampliamente cultivada a nivel mundial por su adaptabilidad, estabilidad en el rendimiento y buena calidad comercial. Esta variedad pertenece al grupo de papas semitardías, con un ciclo vegetativo que generalmente varía entre 110 y 130 días, dependiendo de las condiciones agroclimáticas.

A2.-Variedad Jatun Puka

Es una variedad nativa o mejorada de origen andino, con alta adaptación a condiciones locales. Se distingue por sus tubérculos de piel roja intensa (de ahí el nombre "Puka", que significa rojo en quechua) y por su valor cultural y nutricional. Su comportamiento agronómico puede diferir significativamente del de variedades comerciales como Desiree.

Factor B: Densidad de siembra

El factor Densidad de siembra hace referencia al número de plantas establecidas por unidad de superficie. La densidad influye directamente en la competencia por luz, agua, nutrientes y espacio, y determina variables como número de tallos, tamaño del tubérculo y rendimiento total por hectárea.

En el estudio se utilizaron tres niveles de densidades:

Densidad 1: Se utilizó una cantidad de semillas 57 quintales de semilla por hectárea, con una distancia de surco a surco de 70 cm y una distancia de planta a planta de 25 cm.

Densidad 2: Debido a que se utilizó una densidad. mayor por ende la cantidad de semilla disminuye a 48 quintales por hectárea, con una distancia de surco a surco de 70 cm y una distancia de planta a planta de 30 cm.

Densidad 3: De igual manera a una densidad mayor la cantidad de semilla disminuye a 41 quintales por hectárea, con una distancia de surco a surco de 70 cm y una distancia de planta a planta de 35 cm.

2.3.3.- Descripción de los tratamientos

Cuadro 3.-Descripción de tratamientos

VARIEDAD	DENSIDAD	
VARIEDAD DESIREE	D1= 25 cm	V1-D1 = T1
	D2= 30 cm	V1-D2 = T2
	D3= 35cm	V1-D3 = T3
VARIEDAD JATUN PUKA	D1= 25 cm	V1-D1 = T4
	D2= 30 cm	V1-D2 = T5
	D3= 35cm	V1-D3 = T6

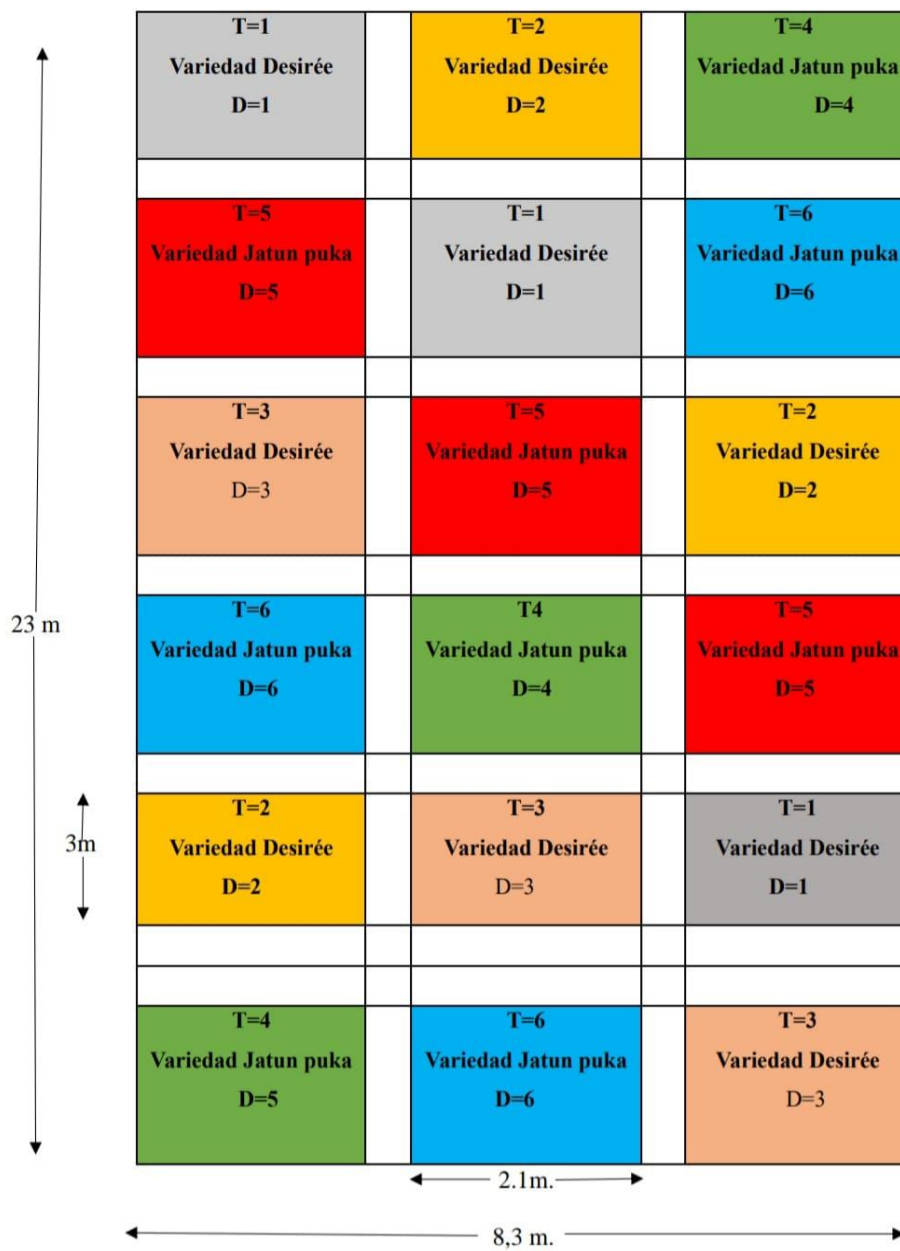
2.3.4.- Descripción Del Área Experimental

Cuadro 4.-Descripción del área experimental.

Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	18
Largo de la unidadexperimental	3m.
Ancho de la unidadexperimental	2,1m.
Espacio entre columna	1m.
Espacio entre fila	1m.
Superficie por unidadexperimental	6.3m2
Superficie neta	113.4m2
Área total del ensayo	190,9m2

2.3.5.-Diseño de campo

Figura 2.-Del diseño de campo



Fuente: Elaboración propia.

2.5.-Procedimiento experimental

2.5.1.-Preparación del suelo

Primeramente, se realizó una rastreada con tractor unos 5 meses antes de siembra, con la finalidad de voltear el suelo, eliminando malezas y hospedero de insectos plagas para favorecer la aireación y almacenamiento en humedad en el suelo.

2.5.2.-Análisis del suelo

Antes de realizar la siembra de nuestro cultivo, se procedió a sacar 10 muestras de suelo con el método de zig-zag de toda el área experimental, luego homogenizamos la muestra y por “cuarteo” sacamos un kilo de muestra representativa, para su realizar el respectivo análisis de físico químico del suelo en laboratorio.

2.5.3.-Riego

Para la preparación del terreno se realizó un único riego profundo, con una anticipación de una semana antes de realizar la segunda rastreada.

2.5.4-Siembra

Una vez que ya definidos las dos variedades de semillas y las densidades de siembra, se procedió a realizar la siembra respectiva el 13 de octubre en las unidades experimentales la semilla de papa que se utilizó en el presente estudio corresponde a las variedades Desiré y Jatun Puka semilla registrada procedente de la localidad de Villazón (Potosí).

2.5.5.-Abonamiento orgánico

El abonamiento orgánico se realizó utilizando una dosis de entre 7 y 10 toneladas por hectárea. La aplicación se llevó a cabo siguiendo el método convencional empleado en la zona de estudio. En primer lugar, se procedió a la siembra de la semilla en el terreno previamente preparado; posteriormente, se incorporó el abono orgánico de manera uniforme, distribuyéndolo alrededor de las plantas.

2.5.6.- Abonamiento químico

El abonamiento químico se realizó siguiendo el método convencional utilizado en la comunidad. La aplicación se realizó al final de la siembra, distribuyendo el

fertilizante de manera uniforme en el surco; posteriormente, se procedió al cierre del surco.

2.5.7.- Carpida o desmalezado

Las labores de carpida y desmalezado se realizaron a los 15 días después de la siembra, de forma previa al aporque. Estas prácticas consistieron en la eliminación manual de malezas presentes en el cultivo, con el objetivo de reducir la competencia por nutrientes, agua y luz, favoreciendo así el adecuado desarrollo de las plantas.

2.5.8.-Aporque

Después de la carpida y desmalezado, se realizó el aporque o levantamiento del surco en fecha 5 de noviembre y se realizó la segunda aplicación de fertilizante químico con el método tradicional de la comunidad.

2.5.9.-Tratamientos fitosanitarios

se realizó mediante la aplicación de productos químicos siguiendo el método convencional. Las aplicaciones se efectuaron de manera preventiva.

Herbicidas usados:

- **Sencor:** se utilizó este herbicida cuando aparecieron las primeras malezas, entre el primer y tercer mes de desarrollo, se realizó 2 aplicaciones para el control.

Insecticidas:

- **Flaying** - se utilizó el insecticida en los primeros días de emergencia y luego de 10 a 15 días desde la primera aplicación hasta que la planta alcanza su madurez, para control de pulgones.

Fungicidas:

Itacur y Protecur : Se hizo aplicación de estos fungicidas desde los primeros días de emergencia de 10 a 15 días desde la primera aplicación hasta que la planta alcanza su madurez, estos fungicidas se utilizaron para prevenir enfermedades, en especial el control del tizón tardío (pasma negro), causado por (*Phytophthora infestans*), que se presenta como una mancha negra redonda en las hojas y tallos; lo cual estas enfermedades afectan negativamente al desarrollo foliar y por ende una disminución de rendimiento y calidad de raíz.

2.5.10.-Cosecha

La cosecha se realizó cuando el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica (los tallos de las hojas se inclinan hacia el suelo, las hojas amarillentas y haya buena formación de tubérculos), la cosecha se realiza de manera manual con herramientas necesarias.

2.5.11.-Postcosecha

Una vez concluida la cosecha de papa se realizó las siguientes actividades de postcosecha: selección, clasificación, y venta del producto.

2.6.- Variables a evaluar

- Emergencia (%).
- Numero de tallos.
- Numero de tubérculo/planta.
- Rendimiento por hectárea (t/ha).
- Tiempo a madurez fisiológica.
- Beneficio y costo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Variables agronómicas analizadas

3.1.2.- Porcentaje de emergencia

Para el registro de esta variable a los 30 días después de la siembra se contó el número plantas que lograron emerger del suelo en cada parcela demostrativa, posteriormente con esos datos se calculó el porcentaje de emergencia, relacionando el número de plantas emergidas con el total de las semillas sembradas el cálculo se realizó utilizando la siguiente relación. Porcentaje de emergencia (%) = número de plantas emergidas/ número de semillas sembradas) * 100.

Cuadro 5.- Porcentaje de emergencia %

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	PROMEDIO
	I	II	III		
T1=V1D1	100	100	100	300	100
T2=V1D2	100	96,6	96,6	293,2	97,73
T3=V1D3	96,3	100	96,3	292,6	97,53
T4=V2D1	100	100	96,6	296,6	98,87
T5=V2D2	96,3	96,3	100	292,6	97,53
T6=V2D3	100	100	95,8	295,8	98,6
SUMATORIA	592,6	592,9	585,3	1770,8	
MEDIA	98,77	98,82	97,55		

De acuerdo al cuadro se observa que el T1 (V1D1) presento el mayor índice de emergencia con un 100% de plantas emergidas, demostrando una viabilidad total bajo esas condiciones. Por el contrario, los tratamientos T2 (V1D2) Y T5 (V2D2) mostraron los niveles más bajos (97,53%), aunque las diferencias germinativas de los tratamientos son mínimas, lo que indica que el nivel germinativo de la semilla tanto de variedad 1 (Desiree) y variedad 2(Jatun Puka) es de alta calidad.

Cuadro 6.-: De doble entrada de variedades y densidades

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	300	293,2	292,6	885,8	98,42
V2	296,6	292,6	295,8	885	98,33
TOTAL	596,6	585,8	588,4	1770,8	
MEDIA	99,43	97,63	98		

En el cuadro de doble entrada de variedades y densidades observamos que el porcentaje de emergencia (%) para el factor de variedades se muestra cierta similitud entre los datos con una media de V1(Desiree) = 98,42 y V2= 98,33; por otro lado, en el factor de densidades también muestran los datos promedio de igual similitud D1=66,29; D2=65,09; D3=65.38.

Cuadro 7: De Análisis de varianza (ANOVA) porcentaje de emergencia (%).

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f- Calculada	F-Tabulada	
					5%	1%
Total	17	59,71				
Tratamientos	5	14,28	2,86	0,73 NS	3,33	5,64
Replicas	2	6,17	3,09	0,79 NS	4,1	7,56
Factor a	1	0,04	0,04	0,01 NS	4,96	10
Factor b	2	10,59	5,30	1,35 NS	4,1	7,56
Inter. A/b	2	3,66	1,83	0,47 NS	4,1	7,56
Error	10	39,25	3,93			

C.V.= 2%

NS = no es significativo

En el cuadro de ANOVA evaluando para la variable porcentaje de emergencia nos indica que para las fuentes de variación que componen los tratamientos, factor variedad y densidad y la interacción de (variedad/densidad) no presentan diferencias significativas por lo tanto no hay varianza entre ellos.

Según (Miranda Vallejos, 2012) la emergencia de los brotes inicia a los 10 a 12 días en los tubérculos y de 8 a 10 días en semilla sexual, plantadas en campo y con condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Mientras que Chau (2008) indica que la emergencia inicia a los 10 a 15 días, estos parámetros se tomaron en cuenta en la emergencia que tuvo la variedad (Desiree) en el ensayo que se realizó en la comunidad de San Josecito de la provincia de O'Connor.

3.2.-Número de tallos por planta

El número de tallos se registró mediante el conteo directo, se seleccionaron 10 plantas de cada parcela y se contó manualmente la cantidad de tallos que presenta cada planta, posteriormente los datos obtenidos se registraron y se calculó el promedio de tallos por planta para cada tratamiento.

Cuadro 8: De número de tallos por planta

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTAL	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	4,2	2	4,6	10,8	3,6
T2=V1D2	4,8	3,6	4	12,4	4,1
T3=V1D3	3,8	3	4,4	11,2	3,7
T4=V2D1	3	3	3,8	9,8	3,3
T5=V2D2	1,8	3	2,2	7	2,3
T6=V2D3	2,8	3,4	3	9,2	3,1
SUMATORIA	20,4	18,0	22,0	60,4	
MEDIA	3,4	3	3,7		

De acuerdo al cuadro se observa que el T2 (V1D2) presento el mayor promedio, con 4,1 tallos por planta seguido del T3 (V1D3) CON 3,7 tallos por planta y el T1(V1D1) con una, media de 3,6 tallos por planta por otro lado el T4(V2D1) alcanzo un promedio de 3,3 tallos mientras que el T6 (V2D3) registro 3,1 tallos por planta, finalmente el T5(V2D2) presento el menor promedio de 2,3 tallos por planta.

Cuadro 9: De cuadro de doble entrada de tratamientos y densidades

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	10,8	12,4	11,2	34,4	3,8
V2	9,8	7	9,2	26	2,9
TOTAL	20,6	19,4	20,4	60,4	
MEDIA	3,4	3,2	3,4		

En la tabla de doble entrada podemos observar que en el factor variedad V1(Desiree) presenta una media de 3,8 tallos por planta que es un mayor número de tallos por planta a comparación con la V2 (Jatun Puka) que registro una media de 2,9 tallos por planta. Con respecto a las densidades podemos observar que las densidades D1 y D3 presentan el mayor número de tallos mientras que la D2 presenta una media ligeramente menor esto nos indica que las densidades más bajas o intermedias tienden a presentar un mayor número de tallos.

Cuadro 10: De ANOVA número de tallos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-calculada	f-Tabulada	
Total	17	12.84			5%	1%
Tratamientos	5	5.83	1.17	2.06 NS		
Replicas	2	1.35	0.68	1.19NS	3.33	5.64
Factor a	1	3.92	3.92	3.92NS	4.1	7.56
Factor b	2	0.14	0.07	0.12NS	4.96	10
Inter.a/b	2	1.77	0.89	1.57NS	4.1	7.56
Error	10	5.66	0.57		4.1	7.56

C.V.=21,4%

NS= no es significativo

***= Significativo**

****= Altamente significativo**

En el cuadro de ANOVA evaluando para la variable del número de tallos por planta no se revelo diferencias estadísticamente significativas únicamente en el factor A(variedades) ($f\text{-calculada}=6,92 > f\text{-tabulada } 4,1$) demostrando que la variedad Desiree posee un mayor número de tallos que la Jatun Puka sin la necesidad de hacer la prueba de Tukey.

Según (Miranda Vallejos, 2012). El número de tallos presentados en el ensayo de campo es respaldado por Alipso (2006) al indicar que cada planta, en el contexto de un cultivo, produce normalmente de tres a seis tallos, dependiendo fundamentalmente de la calidad del tubérculo semilla, estos tallos pueden originar ramificaciones secundarias a partir de yemas ubicadas en las axilas de las hojas. Cada tallo, a su vez, produce en promedio de tres a cuatro rizomas, con un máximo no superior a ocho, Estos tallos depende mucho de las variedades para dar mejor la fotosíntesis a la planta ya que esta

variedad de papa es muy vigorosa porque hay otros ensayos donde se obtuvieron de 6 a 8 tallos por planta en el cual dan mejores rendimientos y son resistentes a los diferentes factores climáticos como así a las plagas y enfermedades.

3.3.- Días de cosecha

Se registró la fecha de siembra o emergencia de la papa y la fecha de cosecha por tratamiento tomando en cuenta los criterios ya definidos. Finalmente se realizó el análisis estadístico para determinar si hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 11: De días de cosecha

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	PROMEDIO
	I	II	III		
T1=V1D1	110	110	112	332	110,7
T2=V1D2	108	108	106	322	107,3
T3=V1D3	105	106	106	317	105,7
T4=V2D1	125	125	126	376	125,3
T5=V2D2	125	125	125	375	125,0
T6=V2D3	120	121	122	363	121,0
SUMATORIA	693	695	697	2085	
MEDIA	115,5	115,8	116,2		

Se puede ver en el cuadro que el tratamiento T4 (variedad Jatun Puka – densidad 25cm) que su ciclo desde siembra hasta el día de la cosecha fue de 125,3 días, a diferencia del tratamiento T3(variedad Desiree – densidad 35cm) que su ciclo fue el más corto con 105,7 días desde el momento de la siembra hasta su cosecha.

Cuadro 12: De doble entrada de días de cosecha de tratamientos y densidades

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	332	322	317	971	107,9
V2	376	375	363	1114	123,8
TOTAL	708	697	680	2085	
MEDIA	118	116	113,3		

En la tabla de doble entrada nos indica que la variedad V1 (Desiree) su ciclo es mucho más precoz, presento un ciclo de 107 días desde la siembra hasta la cosecha; a diferencia de la V2 (Jatun Puka) que su ciclo fue de 123,8 días de la siembra hasta el momento de la cosecha.

Las densidades de siembra afecto gradualmente a los días de cosecha en las variedades, entre mayor sea la densidad de siembra, más rápido será el desarrollo de raíz y por ende los días a cosecha será menor.

Cuadro 13.-: Análisis de varianza (ANOVA) para días a cosecha

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-calculada	F-tabulada	
					5%	1%
Total	17	1219				
Tratamientos	5	1210	242	329,95***	3,33	5,64
Replicas	2	1	1	0,91NS	4,1	7,56
Factor A	1	1136	1136	1549,17***	4,96	10
Factor B	2	66	33	45,23***	4,1	7,56
Inter. A/B	2	7	4	3,99NS	4,1	7,56
Error	10	7	1			

C.V. =0,86 %

NS= No significativo

***= Significativo**

***** = Altamente significativo:**

Viendo los datos de la f-calculada y f-tabulada, nos indica que para las fuentes de variación que compone a los bloques o repeticiones y la interacción entre factores, no representan diferencias significativas, lo que significa que no hay varianza entre ellos. En los tratamientos, factor variedad existen diferencias altamente significativas, lo que significa que hay variación entre los tratamientos, factor variedad, factor densidad. Esta variación puede atribuirse principalmente a las características genéticas de las variedades y a la competencia generada por los distintos niveles de densidad de siembra.

Por motivo a esta variación se debe realizar una prueba de comparación de medias:

3.3.1.-Prueba de Tukey para días de cosecha

$$Sx\sqrt{\frac{1}{3}} = 0,58$$

$$T = q * Sx$$

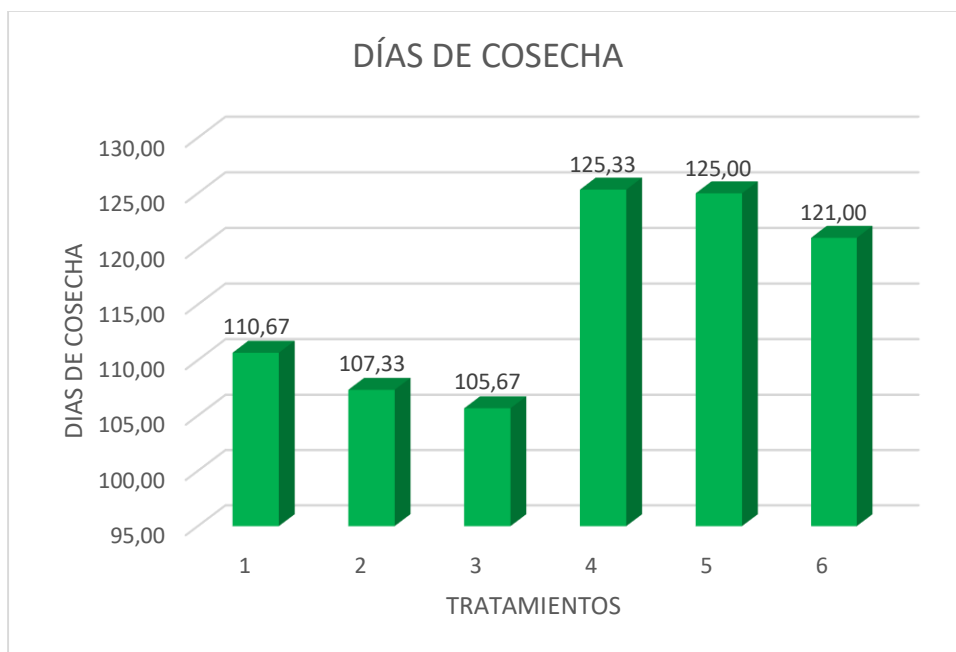
$$T = 3,88 * 0,58 = 2,54$$

Cuadro 14: Prueba de Tukey para días a cosecha

	T4=125,33	T5=125	T6=121	T1=110,67	T2=107,33	T3=105,67
T3=105,67	19,66	19,33	15,33	5	1,66	0
T2=107,33	18	17,67	13,67	3,34	0	0
T1=110,67	14,66	14,33	10,33	0	0	0
T6=121	4,38	4	0	0	0	0
T5=125	0,33	0	0	0	0	0
T4=125,33	0	0	0	0	0	0

Cuadro 15: Interpretación de Tukey

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO TUKEY
T4	125,33	A
T5	125	A
T6	121	B
T1	110,67	C
T2	107,33	D
T3	105,67	D

Figura 3: Días a cosecha

De acuerdo con la prueba de Tukey, se observa que los tratamientos T4 (125,33) y T5 (125) de la variedad (Jatun Puka) pertenecen al mismo grupo estadístico (A), por lo que no presentan diferencias significativas entre sí, siendo los tratamientos con mayor promedio de días a cosecha. El tratamiento T6 (121) de la variedad (Jatun Puka) se ubica en el grupo B, mostrando diferencias significativas respecto a los tratamientos del grupo A, pero superiores a los demás tratamientos. Por su parte, el tratamiento T1 (110,67) (variedad Desiree) se encuentra en el grupo C, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos anteriores. Finalmente, los tratamientos T2 (107,33) y T3 (105,67) (variedad Desiree) pertenecen al grupo D, no presentando diferencias significativas entre sí, y registrando los valores más bajos.

Según (Cherlinka, Vasyl, 2018) La cosecha de papa ocurre generalmente entre los 90 y 130 días después de la siembra, variando según la variedad y clima. Las variedades tempranas pueden cosecharse en 60-80 días, mientras que las tardías tardan de 100 a 150 días. La madurez se indica cuando el follaje se vuelve amarillo y seco.

3.3.2.-Prueba e interacción de TUKEY para el factor A

Cuadro 16.- de prueba e interacción de TUKEY para el factor A

VARIEDAD	MEDIAS		V2=123,78
V2	123,78		
V1	107,89	V1=107,89	15,89

al haber variación en el factor A (variedad) se realizó la prueba de TUKEY, los resultados muestran que la V2 (Jatun Puka) presenta un promedio de 123,78 días a la cosecha, mientras que la variedad V1(Desiree) alcanza 107,89 días. Esto muestra que la variedad V1 es más precoz, ya que requiere menos tiempo para llegar a la cosecha en comparación con V2.

3.3.3.-Prueba e interacción de TUKEY para el factor B

Cuadro 17.- De prueba e interacción de TUKEY para el factor B

	D1=78,7	D2=77,4	DENSIDADES	MEDIAS
D3=75,6	3,1	1,8	D1	78,7A
D2=77,4	1,3	0	D2	77,4AB
			D3	75,6B

Los resultados obtenidos evidencian que la densidad de siembra influye en la duración del ciclo del cultivo. La densidad D1 presentó el mayor promedio con 78,7 días a la cosecha, seguida de la densidad D2 con 77,4 días, mientras que la densidad D3 registró el menor valor con 75,6 días.

De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey, la densidad D1 se ubica en el grupo A, la densidad D3 en el grupo B, y la densidad D2 en un grupo intermedio (AB). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre D1 y D3, lo que confirma que la variación en la densidad de siembra tiene un efecto directo sobre los días a la cosecha. Sin embargo, la densidad D2 no difiere significativamente ni de D1 ni de D3, mostrando un comportamiento intermedio.

3.4.-Número de tubérculos por planta

El número de tubérculos por planta se determinó mediante conteo directo en campo al momento de la cosecha, registrando la cantidad de tubérculos producidos por cada planta en las unidades experimentales. Posteriormente, se obtuvo el promedio por tratamiento para su análisis estadístico.

Cuadro 18: Número de tubérculos por planta

Tratamiento	I	II	III	Totales	Promedio
T1=V1D1	9,4	10,4	10,4	30,2	10,1
T2=V1D2	8	9	8	25	8,3
T3=V1D3	10,4	9,8	13	33,2	11,1
T4=V2D1	15,5	12,6	10,2	38,3	12,8
T5=V2D2	12,5	17,2	16	45,7	15,2
T6=V2D3	14,8	12,4	15,2	42,4	14,1
SUMATORIA	70,6	71,4	72,8	214,8	
MEDIA	20,2	20,4	20,8		

En el análisis numérico de tubérculos por planta se observa que los tratamientos T4=V2D1, T5=V2D2, T6=V2D3 correspondiente a la variedad 2(Jatun Puka) superan consistentemente a los tratamientos T1=V1D1, T2=V1D, T3=V1D3 de la variedad 1(Desiree). El máximo rendimiento de numero de tubérculos por planta fue el T5=V2D2 (15,2 unidades por planta), mientras el rendimiento más bajo fue del T2=V1D2 (8,2 unidades por planta).

Cuadro 19: De doble entrada de numero de tubérculos por planta

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	30,2	25	33,2	88,4	9,8
V2	38,3	45,7	42,4	126,4	14,0
TOTAL	68,5	70,7	75,6	214,8	
MEDIA	11,41	11,78	12,6		

En la tabla de doble entrada podemos observar que la variedad V1 (Desiree), presento una media de 9,8 tubérculos, mostrando niveles de producción más bajos. Por el contrario, la V2 (Jatun Puka) demostró una superioridad notable en todos los tratamientos alcanzando una media de 14,0 tubérculos.

Respecto a las densidades se observó que a mayor densidad mayor número de tubérculos.

Cuadro 20: Análisis de varianza (ANOVA) número de tubérculos por planta

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	139				
Tratamientos	5	101	20	5,41*	3,33	5,64
Replicas	2	0	0	0,06~NS	4,1	7,56
Factor A	1	80	80	21,50 **	4,96	10
Factor B	2	4	2	0,59 NS	4,1	7,56
Inter. A/B	2	16	8	2,18 NS	4,1	7,56
Error	10	37	4			

C.V.=16,96%

NS= No significativo

***= Significativo**

**** = Altamente significativo**

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de tubérculos por planta muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos al nivel del 5% de probabilidad, debido a que la F calculada (5,41) es mayor que la F tabulada al 5% (3,33). En cuanto al factor A (variedad), se encontraron diferencias altamente significativas, ya que la F calculada (21,50) supera la F tabulada al 1% (10), lo que indica que la variedad influye significativamente en el número de tubérculos por planta. Por otro lado, el factor B (densidad) y la interacción entre variedad y densidad (A×B) no presentaron diferencias significativas, debido a que sus valores de F calculada (0,59 y 2,18) son menores que los valores de F tabulada al 5%. Asimismo, las réplicas tampoco mostraron diferencias significativas, lo que indica que el experimento presentó una adecuada uniformidad en las condiciones de evaluación.

3.4.1.-Prueba de Tukey, para el número de tubérculos por planta

$$Sx\sqrt{\frac{4}{3}} = 1,155$$

$$T = q * Sx$$

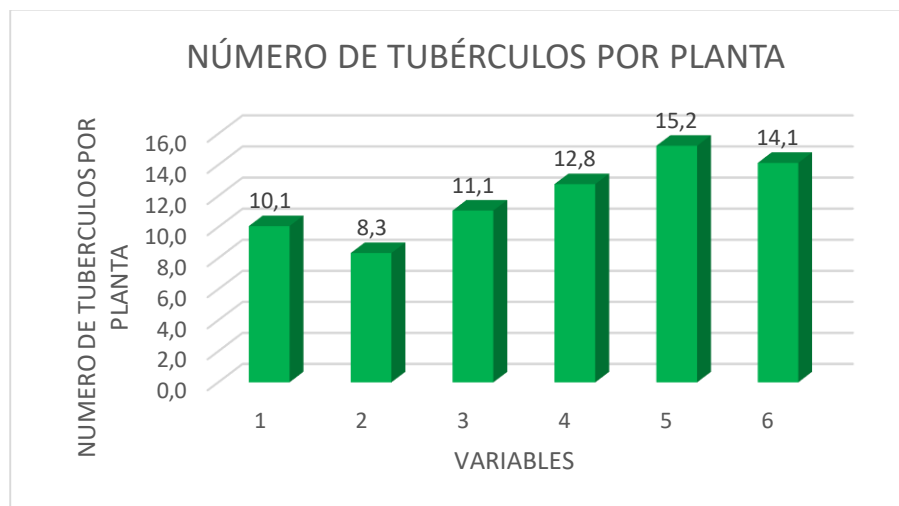
$$T = 3,88 * 1,155 = 4,48$$

Cuadro 21: prueba de TUKEY

	T5=15,2	T6=14,1	T4=12,8	T3=11,1	T1=10,1	T2=8,3
T2=8,3	6,9	5,8	4,5	2,8	1,8	0
T1=10,1	5,1	4	2,7	1	0	0
T3=11,1	4,1	3	1,7	0	0	0
T4=12,8	2,4	1,3	0	0	0	0
T6=14,1	1,1	0	0	0	0	0
T5=15,2	0	0	0	0	0	0

Cuadro 22: Interpretación de TUKEY

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO TUKEY
5	15,2	A
6	14,1	A
4	12,8	A
3	11,1	B
1	10,1	B
2	8,3	B

Figura 4: Número de tubérculos por planta

De acuerdo con la prueba de Tukey aplicada a la variable número de tubérculos por planta, se identificaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos T5 (15,2), T6 (14,1) y T4 (12,8), variedad (Jatun Puka) conforman el grupo estadísticamente superior (A), no presentando diferencias significativas entre sí y registrando los mayores valores promedio.

Por otro lado, los tratamientos T3 (11,1), T1 (10,1) y T2 (8,3) Variedad (Desiree) integran el grupo inferior (B), mostrando valores significativamente menores en comparación con el grupo superior, pero sin diferencias estadísticas entre ellos.

Según (SANCHEZ, 2013) obtuvo un promedio de 7,87 tubérculos por planta, en los valles centrales de Tarija siendo valores menores a los de nuestro estudio.

3.4.2.-Prueba e interpretación de TUKEY para el factor A

Cuadro 23.- De prueba e interpretación de TUKEY para el factor A

	V2=14
V1=9,8	4,2

VARIEDADES	MEDIAS
V2	14A
V1	9,8A

Los resultados obtenidos muestran que la variedad (V2 Jatun Puka) presenta una media de 14, mientras que la variedad V1(Desiree) alcanza una media de 9,8 en la variable evaluada (número de tubérculos por planta). La diferencia entre ambas medias es de 4,2 unidades, lo cual indica que existen diferencias estadísticas significativas de la

variedad V2 respecto a V1. De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey.

3.5.- Rendimiento en Tonelada/Hectárea

El rendimiento de toneladas por hectárea se ha obtenido mediante el peso de tubérculos por cada parcela demostrativa de los diferentes tratamientos como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 24-De rendimiento en Tonelada/Hectárea

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	PROMEDIO
	I	II	III		
T1=V1D1	34	39,7	36,2	109,9	36,6
T2=V1D2	38	40	42,6	120,6	40,2
T3=V1D3	38,4	35,6	40	114	38,0
T4=V2D1	55,4	59,4	50	164,8	54,9
T5=V2D2	56	58	58	172	57,3
T6=V2D3	60	61,2	56,5	177,7	59,2
SUMATORIA	281,8	293,9	283,3	859	
MEDIA	47,0	49,0	47,2		

De acuerdo a la tabla de datos tenemos que el mayor rendimiento de papa en T/ha tenemos en el T6 (variedad Jatun Puka – densidad 35cm) con 59 T/ha, respecto al T1 (variedad Desiree – densidad 25cm) que solo se obtuvo 36,6 T/ha, siendo rendimiento más bajo respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 25: De doble entrada de variedades y densidades.

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	109,9	120,6	114	344,5	38,3
V2	164,8	172	177,7	514,5	57,2
TOTAL	274,7	292,6	291,7	859	
MEDIA	45,7	48,8	48,6		

En la tabla de doble entrada de variedades y densidades, vemos un mayor rendimiento por T/ha en la V2 (Jatun Puka) con 57,2 T/ha, a diferencia de la V1(variedad Desiree) que presento un rendimiento con tan solo 38,3T/ha. Respecto a las densidades la mejor densidad fue la D2(30cm) con 32,5 T/ha.

Cuadro 26: Análisis de Varianza (ANOVA), rendimiento T/ha

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-calculada	F-tabulada	
					5%	1%
Total	17	1749				
Tratamientos	5	1653	331	40,47**	3,33	5,64
Replicas	2	15	7	0,89 NS	4,1	7,56
Factor A	1	1606	1606	196,55**	4,96	10
Factor B	2	34	17	2,08 NS	4,1	7,56
Inter. A/B	2	13	7	0,82 NS	4,1	7,56
Error	10	82	8			

C.V.5,92

NS= No significativo

***= Significativo**

**** = Altamente significativo**

El Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable rendimiento (T/ha) muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y el factor A, ya que la F calculada es mayor que la F tabulada, Esto indica que para los tratamientos y el factor A corresponde realizar una prueba de comparación de medias (como Tukey) para identificar qué tratamientos difieren entre sí.

En cuanto a las réplicas, la F calculada es menor que la F tabulada, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre ellas. Por otro lado, el Factor B presentó una F calculada menor que la F tabulada, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre sus niveles. De igual manera, la interacción entre los factores A y B (A×B) resultó no significativa, con una F calculada, menor que la F tabulada, indicando que la combinación de ambos factores no tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento.

En función de los resultados obtenidos en la variable de rendimiento vemos que existen diferencias significativas en el factor A (Variedad) mientras que la densidad de siembra no presenta efecto significativo. Por lo tanto, se acepta parcialmente la hipótesis planteada ya que el rendimiento depende la variedad evaluada pero no de la densidad de siembra.

3.5.1.-Prueba de Tukey para el rendimiento en Tonelada/Hectárea

$$Sx\sqrt{\frac{8}{3}} = 1,63$$

$$T = q * Sx$$

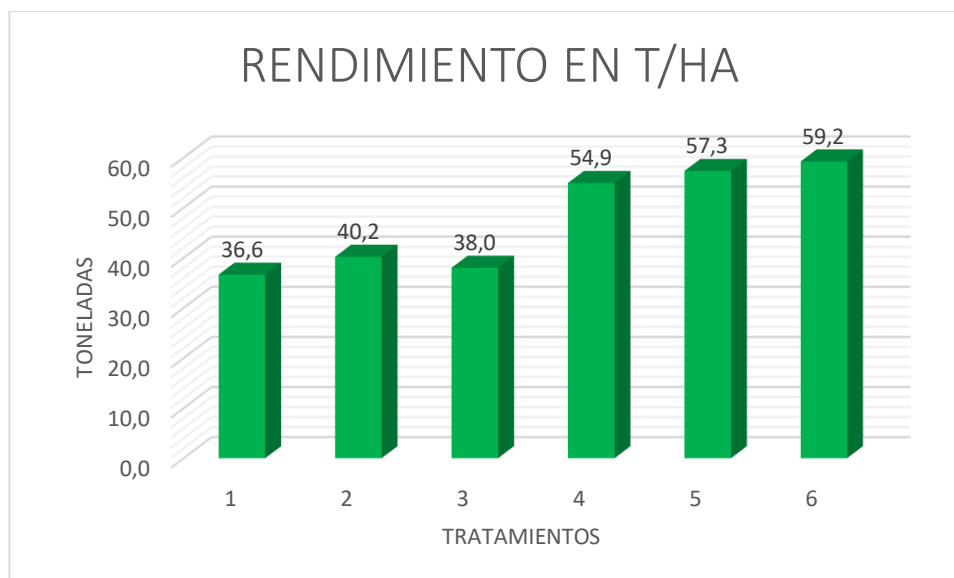
$$T = 3,88 * 1,63 = 6,33$$

Cuadro 27: Prueba de Tukey para rendimiento T/ha

	T6= 59,2	T5=57,3	T4=54,9	T2=40,2	T3=38	T1=36,6
T1=36,6	22,6	20,7	18,3	3,6	1,4	0
T3=38	21,2	19,3	16,9	2,2	0	0
T2=40,2	19	17,1	14,7	0	0	0
T4=54,9	4,3	2,4	0	0	0	0
T5=57,3	1,9	0	0	0	0	0
T6= 59,2	0	0	0	0	0	0

Cuadro 28: Interpretación de Tukey

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO TUKEY
6	59,2	A
5	57,3	A
4	54,9	A
2	40,2	B
3	38	B
1	36,6	B

Figura 5: Rendimiento T/ha

La prueba de comparación de Tukey para la variable rendimiento (T/ha) permitió identificar diferencias entre Los tratamientos T6 (59,2 T/ha), T5 (57,3 T/ha) y T4 (54,9 T/ha) conformaron la variedad (Jatun Puka), presentando los mayores rendimientos y sin diferencias estadísticas entre ellos. Por otro lado, los tratamientos T2 (40,2 T/ha), T3 (38 T/ha) y T1 (36,6 T/ha) de la variedad (Desiree) mostrando rendimientos significativamente menores respecto a la variedad (Jatun Puka).

3.5.2.-prueba de interacción de TUKEY para el factor A

Cuadro 29.- prueba de interacción de TUKEY para el factor A

	V2=57,2	VARIEDAD	MEDIAS
V1=38,3	18,9	V2	57,2
		V1	38,3

En la prueba de TUKEY para el factor A podemos ver que existen diferencias altamente significativas, La variedad V2 (Jatun Puka) presentó la mayor media (57,2), mientras que la variedad V1 (Desiree) mostró la menor media (38,3). La diferencia entre ambas fue de 18,9 unidades, por lo que V2 (Jatun Puka) tuvo mejor comportamiento que V1(Desiree)

3.6.- Análisis Económico

el análisis se realizó en función de los costos de producción de cada uno de los tratamientos.

3.6.1.-Relación beneficio costo

Cuadro 30.- Relación beneficio costo

Tratamientos	Costo de producción	Rendimiento t/ha	Quintales	Precio (bs.)	Ingreso bruto	Ingreso neto	b/c
T1=V1D1	32530	36,6	732	110	80520	47990	1,5
T2=V1D2	30550	40,2	804	110	88440	57890	1,9
T3=V1D3	29010	38	760	110	83600	54590	1,9
T4=V2D1	35540	54,9	1098	105	115290	79750	2,2
T5=V2D2	33290	57,3	1146	105	120330	87040	2,6
T6=V2D3	31540	59,2	1184	105	124320	92780	2,9

Figura 6: Relación B/C



B/C = < 1 no rentable

B/C = 1 hay equilibrio.

B/C = > 1 rentable

De acuerdo al análisis beneficio/costo muestra que en todos los tratamientos generan ganancias sin embargo existen diferencias en su rentabilidad, el mejor beneficio costo de todos los tratamientos fue el T6 (Variedad Jatun Puka- densidad 35cm), con un retorno económico de 2,9 veces la inversión y decimos que la proyección del cultivo de papa es rentable por otro lado el resto de los tratamientos también son rentables, el más bajo fue el T1 (Variedad Desiree – densidad 25 cm) obtuvo un retorno económico de 1,5.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.-Conclusiones

- Se concluye que las densidades de siembra evaluadas no afectaron de manera significativa el porcentaje de emergencia, ya que todos los tratamientos presentaron valores cercanos al 100%, lo que demuestra una buena calidad y viabilidad de la semilla utilizada. Sin embargo, en el crecimiento vegetativo sí se observaron diferencias entre variedades, destacándose la variedad Desiree con mayor número de tallos por planta, con un promedio de 3,8 tallos, en comparación con Jatun Puka, que alcanzó 2,9 tallos por planta. Además, Desiree mostró un ciclo más precoz, llegando a cosecha en 107,9 días, mientras que Jatun Puka fue más tardía, con 123,8 días.
- Se determinó que la variedad Jatun Puka presentó la mejor respuesta productiva, superando significativamente a Desiree en número de tubérculos por planta y en rendimiento por hectárea. Jatun Puka alcanzó un promedio de 14,0 tubérculos por planta y un rendimiento medio de 57,2 t/ha, mientras que Desiree obtuvo 9,8 tubérculos por planta y 38,3 t/ha. El tratamiento más sobresaliente fue T6 (Jatun Puka a 35 cm), que registró el mayor rendimiento del ensayo con 59,2 t/ha, lo que indica que esta variedad respondió mejor a una menor competencia entre plantas.
- Se concluye que todos los tratamientos fueron económicamente rentables, ya que presentaron una relación Beneficio/Costo mayor a 1. No obstante, la mejor alternativa económica fue la variedad Jatun Puka sembrada a 35 cm, correspondiente al tratamiento T6, que alcanzó una relación B/C de 2,9, siendo la opción más rentable del estudio. En el caso de Desiree, su mejor comportamiento económico se presentó en la densidad de 30 cm (T2), con una relación B/C de 1,9. Por tanto, desde el punto de vista económico y productivo, Jatun Puka a 35 cm representa la mejor opción para las condiciones de la comunidad de Camacho.

- En conjunto, los resultados permiten afirmar que sí existen diferencias entre las variedades de papa evaluadas y su respuesta a las densidades de siembra. La variedad Desiree se caracterizó por su mayor precocidad y mejor desarrollo vegetativo inicial, mientras que Jatun Puka destacó por su mayor producción y rentabilidad. Por ello, la densidad de 35 cm fue la más favorable para Jatun Puka, constituyéndose en la alternativa más viable para mejorar la productividad y los ingresos de los productores de la zona.

4.2.-Recomendaciones

- Se recomienda a los productores de la comunidad de Camacho y zonas con condiciones agroclimáticas similares, optar por la siembra de la variedad Jatun Puka utilizando una distancia entre plantas de 35 cm (Densidad 3), ya que esta práctica garantiza los niveles más altos de rendimiento productivo (59,2 t/ha) y la mayor rentabilidad económica de la inversión.
- Para aquellos agricultores que tengan requerimientos específicos de comercialización temprana o necesiten desocupar el terreno en menor tiempo, se sugiere la siembra de la variedad Desiree, considerando que su ciclo productivo es aproximadamente 15 días más corto que el de Jatun Puka, aunque esto implique obtener un volumen de cosecha y rentabilidad más moderados.
- Dado el excelente porcentaje de emergencia obtenido en la investigación, el cual fue cercano al 100% en todas las parcelas evaluadas, se recomienda fuertemente a los agricultores de la comunidad de Camacho continuar adquiriendo y utilizando semilla certificada o registrada procedente de zonas semilleras reconocidas, como Villazón. Esta práctica es fundamental para garantizar un establecimiento vigoroso y uniforme del cultivo desde los primeros días de siembra.