

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La papalisa (*Ullucus tuberosus* L.) es uno de los cultivos alternativos de importancia en Bolivia, considerados actualmente de alta calidad alimenticia, energético y medicinal que constituye una opción de consumo preferente para “épocas frías”, a la vez contribuye a la diversidad de tubérculos andinos, de las familias rurales, adaptados a alturas variables entre 3.000 - 4.000 m.s.n.m.

El crecimiento demográfico poblacional progresivo y sumado a esto el cambio climático, los requerimientos de alimentación se aumentan no se cubre las demandas de alimentación y a la vez afecta la seguridad alimentaria (Cadima, 2006).

La papalisa es uno de los cultivos de amplia adaptación a las condiciones adversas agro ecológicas variables del altiplano (sequía, helada, granizada, viento, frío), se recupera por su rebrote foliar rápido y a la vez por el contenido de mucílago que tiene es un medio de defensa ante estos fenómenos adversos, generalmente es sustituido por otros cultivos rentables, por variedades comerciales de papa, quinua, favoreciendo así al monocultivo que tiene efectos negativos para la biodiversidad de los sistemas de producción.

Además, los tubérculos andinos con excepción de la papa, son menos difundidos y es un potencial para ser cultivado y transformación en productos procesados (Gonzales, 2003; Almanza y Devaux, 2003).

En Bolivia el cultivo de la papalisa ocupa generalmente el tercer lugar (papa, oca, papalisa, isaño), son cultivadas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales. El cultivo de la papalisa es imprescindible para asegurar la diversificación alimentaría de las familias que viven en mayor dificultad agrícola; El problema que afecta a la producción de papalisa, es el uso de tubérculo semilla de mala calidad permanentemente por periodos sucesivos, que reducen los rendimientos del

cultivo, de la misma manera la fertilidad residual dejada del anterior cultivo no es suficiente para la nutrición del cultivo (Gonzales, 2003; Almanza y Devaux, 2003).

La actual situación de la Agricultura en Bolivia, necesita técnicas de manejo adecuado del cultivo a menor costo de producción para optimizar los rendimientos.

El sol abundante es imprescindible para las variedades más difundidas, con entre 10 y 14 horas de período diurno, aunque las variedades más australes de Chile parecen no tener los mismos requisitos (Arbizo y Tapia, 1992).

El medio de difusión más frecuente es el replante de tubérculos; del mismo modo pueden utilizarse los esquejes de tallo o incluso el tubérculo fraccionado. Mientras la temperatura esté por encima de los 18°, los brotes aparecen rápidamente; al acortarse el período diurno, la planta produce más estolones y los engrosa, formando nuevos tubérculos. Los agricultores suelen elevar el nivel de la tierra alrededor del tallo a medida que aparecen tubérculos para fomentar el crecimiento de otros. Su madurez insume entre 5 y 9 meses, y es más lenta a mayores altitudes (Tapia, 1990-1992).

2. JUSTIFICACIÓN

Con el presente trabajo de investigación se pretende incrementar la producción de la papalisa mediante la densidad de siembra, en la comunidad de Trancas Provincia Méndez porque es una de las zonas productoras de este cultivo.

La demanda de la papalisa en los mercados locales va perdiendo importancia, pero en otros departamentos como Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro y Potosí, son los departamentos que más requieren y más lo consumen el mismo, es por ello que el cultivo de la papalisa requiere de investigación para un mejor manejo técnico, lo cual facilitará en una recomendación de densidad de siembra.

También algunas plagas y enfermedades que se presentan en este cultivo, para que de esta manera se tenga un producto de calidad y con un buen rendimiento.

En Bolivia, el consumo de papalisa es reducido, por la falta de información de sus bondades alimenticias y promoción en mercados y ferias de la ciudad. Actualmente los cultivos andinos están reemplazándose por alimentos instantáneos y procesados.

En Tarija se cultiva en las comunidades de Huacata, Trancas, Tucumillas, Iscayachi, dentro de la provincia Méndez.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo de cuatro variedades de papalisa (*Ullucus tuberosus* L). bajo dos densidades de siembra, en la comunidad de Trancas, provincia Méndez, departamento Tarija.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el rendimiento productivo en ton/ha de cuatro variedades de papalisa a dos densidades de siembra.
- Evaluar la interacción del comportamiento productivo de la papalisa, de cuatro variedades bajo dos densidades de siembra.
- Determinar la relación Beneficio/Costo (B/C).

4. HIPÓTESIS

Existen variaciones o diferencias entre las variedades y las densidades.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La papalisa, es una planta endémica de los Andes. De origen muy antiguo. Sin embargo, no se conoce la región exacta de su domesticación.

King y Gershoff (1986), menciona a Flannery, quien en el año 1973 afirma que el melloco, está entre las plantas domesticadas durante la época prehispánica en los Andes, alrededor del 5.500 A.C., además cita a Yacorleff y Herrera quienes en 1934 encontraron ilustraciones con representaciones policromas de cultivos andinos entre ellos la papalisa en vasijas ceremoniales (cultura Wari). Según las consideraciones se afirma que la Zona Andina es el lugar de origen de la papalisa, entre Perú, Bolivia, y norte de Argentina (Tapia, 1990).

Ullucus tuberosus toma diferentes nombres, de acuerdo al país y lugar de cultivo. En Venezuela: michirui, michuri, miguri, michunchi, micuchi, rubas, tiguño, timbo; en Colombia: ruba, tiguño, timbo, chigua, chuguas, hubas, melluco, olluco; en Ecuador: melloco, olluco, melluco, millucu; en Perú: olluco, ulluco, papa lisa; en Boliva: papa lisa, olluco, ulluco, lisas y en Argentina: ulluma (Suquilanda, 2019).

2.1.1. Situación de la producción de la papalisa en Bolivia

En Bolivia, la papalisa se cultiva en siete de los nueve departamentos (Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Tarija y Santa Cruz), de acuerdo a datos disponibles (INE.1999), la mayor superficie cultivada y la producción promedio se encuentra en Cochabamba y Chuquisaca.

2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

La papalisa morfológicamente es una planta herbácea anual, compacta de 20 a 30 hasta 60 cm. de altura formando de 3 a 6 tallos carnosos a veces rastreros, de hojas gruesas que forman el follaje, generalmente de un color verde intenso, de consistencia succulenta viscosa; se adaptan a terrenos entre los 2000 – 3800 m.s.n.m o mayores, están asociados a otros cultivos (Tapia, 1993).

Cárdenas (1989) describió que existe cierta correspondencia entre el color de los tallos y los tubérculos. Esto se corrobora con lo observado en la colección de papalisa de Bolivia, donde se han encontrado plantas de tallos rojos grisáceos nacidas de tubérculos rojizos y púrpuras, así como plantas de tallo verde nacidas de tubérculos amarillos. Además, he encontrado que de un mismo tubérculo amarillo con rojo pueden generarse tallos rojos nacidos de ojos rojos y tallos verdes nacidos de ojos amarillos. Es común también encontrar tubérculos normales y adventicios, estos últimos que brotan por encima de la tierra y son más pequeños que los normales.

2.2.1. Taxonomía de la papalisa

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Centrospermales

Familia: Basellaceae

Nombre científico: *Ullucus tuberosus* L.

Nombre común: Papalisa

Fuente: (Herbario Universitario, 2020)

2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.3.1. Sistema radicular

El sistema radicular es tipo fibroso pivotante abundante (parecido a cabellera).

2.3.2. Hojas

Las hojas son simples y alternas de ápice puntiagudas, redondeados, pecioladas de láminas gruesas suculentas y mucilaginosos, presentan diferentes formas ovada (cultivar rosado de tuberculos redondos, pulpa blanco amarillento), cordada (en la mayoría de los cultivares), deltoides (cultivar lisas verde de Cusco) (figura1), acorazonada o cordiformes y semi-reniformes cultivar rojo (Puno), tubérculos púrpura rojizo de pulpa amarillo, de color variable según el cultivar, verde oscuro en el haz y más claro púrpura en el envés a veces pigmentado. Con el pecíolo de 2.5 a 7.5 cm, de longitud y lamina de 2.5 -7.5 x 5 cm. (Arbizu, 2004; López y Herman, 2004).

2.3.3. Tallo

Los tallos de la papalisa son como suculentos y angulosos de 30-60 cm. de alto, en condiciones de altiplano de Bolivia no se han encontrado tallos mayores a 30 cm. Salen de tres a seis tallos aéreos de coloración verde oscuro a rojizo, con hábitos de crecimiento erecto, rastrero y semi-rastrero, en algunos cultivares hay alargamiento del tallo en la fase de floración (Cárdenas, 1989).

Los entrenudos en el tallo son de longitud muy variada, los más pequeños de 0.8 a 1.3 cm., los más grandes de 3.9 a 5.8 cm. (López y Herman, 2004).

2.3.4. Biología floral de la papa lisa

Tapia (1990), la papalisa presenta inflorescencias axilares en espiga que emergen de la división de los tallos aéreos, son hermafroditas y muy pequeñas con numerosas flores (en racimos espiciformes), con cáliz simple que tienen forma de estrella, varían de amarillo, verde amarillo a rojizo y se componen de un perigonio de 5 sépalos, 5 estambres (existe un estambre pequeño y al centro de la flor sobresale un ovario súpero ovoide unilocular tiene dos sépalos globoso de color rosa o de color amarillo claro o pigmentado púrpura que termina en un estigma redondeado) están opuestos a los

tépalos con pistilo (corto con un involucre formado de dos lóbulos sub. invertida de ángulos prominentes de superficie rugosa, amarillo, el pericarpio es morado y envuelve una sola semilla (León, 1984 y Tapia. M, ...).

2.3.5. Forma y color del eje de la inflorescencia o raquis

La papalisa presenta variación en el eje de la inflorescencia, el mismo que puede ser recto, o en zig-zag, de color verde-amarillento claro (mayormente), verde-amarillento con púrpura-rojizo y púrpura-rojizo (López y Herman, 2004).

2.3.6. Color de los sépalos y pétalos

El color de los pétalos varía de verde-amarillento a púrpura-rojizo claro en la mayoría de los cultivares, pocas veces verde-amarillento con ápice y bordes púrpura-rojizo y púrpura-rojizo con fondo amarillo naranja (López y Herman, 2004).

2.3.7. Fruto – Semilla

La papalisa rara vez forma fruto y se forma el fruto es un aquenio de forma piramidal invertida de ángulos prominentes de superficie rugosa, amarillo, el pericarpio es morado y envuelve una sola semilla (León, 1984 y Tapia. M, ...).

Los ecotipos de papalisa desarrollan abundantes flores, rara vez producen semillas; las razones de esto se desconocen (IPGRI/CIP, 2003 y Arbizu, 2004).

El fruto del melloco es un fruto seco e indehiscente con una sola semilla, no es una baya como el caso de las otras Basellaceas, con los carpelos adheridos a la semilla (exocarpo). De forma ovalada y cilíndrica con una longitud de 2 – 2.5 mm, diámetro de 2.5 mm, peso de 1,5 a 2 mg, al madurar el exocarpo del fruto se endurece y cambia de coloración a rojizo-marrón (Pietila et al., 1991; Cruz y Herman, 1991).

2.3.8. Características de los Tubérculos de papalisa

El color de los tubérculos presenta una gran variación. De acuerdo a los descriptores estándar, existen 12 estados que van desde el blanco amarillento hasta el púrpura rojizo, pasando por una gran gama de colores intermedios como el verde amarillento (IPGRI/CIP, 2003).

El color de la superficie de los tubérculos es muy sensible a la luz, una vez que cambian de color, ya no son aptos para el consumo. El tubérculo tiene una cáscara delgada y suave, su forma varía de esférica, claviforme elipsoidal, cilíndrica, falcada. Fusiforme apical, desde pequeños a tamaño de la papa. Posee atractivos y variables colores como el blanco, amarillo, rojo, jaspeado, rosado, anaranjado, violeta o morado, de diferentes tonalidades de rojo púrpuras, que brillan debido a la capa de cera que lo recubre, las yemas son muy superficiales y sin brácteas (Vimos, 1987; Cárdenas, 1989 y Tapia, 1993).

Del alargamiento del tallo brotan estolones de la parte aérea del tallo, se transforman pronto en tubérculos, sostenidos por pedicelos muy finos, se dirigen hacia abajo, hasta alcanzar el suelo, estos tubérculos se forman hacia el final del período de crecimiento y no logran su madurez fisiológica (León, 1984 y Tapia, ...).

2.4. FASES FONOLÓGICAS DE LA PAPALISA

2.4.1. Emergencia

La emergencia. Se presenta entre los 36 y 51 días después de la siembra y está en función de la precipitación, humedad, temperatura, madurez del tubérculo-semilla y propiedades físicas del suelo como retención de agua. (López y Hermann, 2004).

2.4.2. Formación de estolones

La formación de estolones ocurre aproximadamente cuando los primeros estolones tienen de 11 a 15 centímetros de longitud entre los 60 hasta 169 días después de la emergencia, existe el incremento rápido de la raíz, del número de hojas, altura de planta, inflorescencias y estolones subterráneos. (Vimos *et al.*, 1993).

2.4.3. Formación del botón floral

La formación de los primeros botones florales que se forman en la planta, ocurre aproximadamente a los 85 días de la siembra y se prolonga hasta los 155 días posteriores, hay un incremento lento de hojas jóvenes, engrosamiento del número de tallos principales. En esta fenofase se inicia la formación de inflorescencias y tubérculos (Vimos *et al.*, 1993).

2.4.4. Inicio de la floración

La floración se inicia a los 43 días después de la emergencia y tiene tres momentos de incremento. El segundo es de incremento rápido y tiene lugar desde los 85 hasta los 155 días, en que se produce la floración plena con un total de 52 inflorescencias por planta. (López y Hermann, 2004).

2.4.5. Inicio de la Tuberización

La tuberización se forma cuando la planta ha desarrollado abundante follaje varía entre los 110 y 160 días (4 a 5 meses) después de la siembra. Tanto en número, longitud, diámetro y peso de tubérculos, tienen evoluciones idénticas, donde ocurre la plena tuberización, fase en la que se puede contabilizar de 77 a 121 tubérculos por planta (López y Hermann, 2004).

2.4.6. Madurez fisiológica de la planta.

La madurez Fisiológica se caracteriza por el amarillamiento generalizado de las hojas (caída de hojas jóvenes y maduras), fase final de la floración, es un periodo prolongado entre los 206 y 216 días aproximadamente (Castillo y Tapia, 1998). El melloco para su crecimiento necesita de 11 a 12 horas de luz por día, brota entre los 20 y 45 días después de la siembra y tarda entre los 110 y 160 días para formar tubérculos, florecen entre los 85 y 130 días y llega a la cosecha entre los 160 y 260 días.

2.5. VALOR NUTRICIONAL

Morales (1998), indica que el potencial nutrido del Ulluco está basado principalmente en su alto contenido de proteína, es una fuente de aminoácidos con excepción de valina y el triptofano.

La papalisa es una fuente de carbohidratos, los tubérculos frescos contienen 85 % de humedad, 14 % de almidón y azúcares, entre 1 – 2 % de proteínas, alto contenido de vitamina C (23 mg/100 gr), (Barrera et al., 2004).

En papalisa y oca, el principal componente es el almidón, presentan importantes características como la alta digestibilidad de los almidones (alrededor del 90%), son fuentes importantes de energía (anexo 1) (Espín y Brito, 2004).

El melloco rojo tiene una consistencia y muy buen sabor; se caracteriza porque aún después de una larga cocción no llega a suavizarse completamente, y es muy apetecida generalmente por personas mayores (Barrera *et al.*, 2004).

2.6. VARIETADES, CULTIVARES O ECOTIPOS

2.6.1. Variedad puca o rojo

La planta presenta un color verde púrpura con tubérculos rojos, con bajo contenido de mucílago. Se puede cosechar desde los 200 días hasta los 255 días, con un promedio de 228 días. Presenta hojas ovado cordada, tallo de color verde oscuro a rojizo con el envés verde rojizo no muy visible, ápice obtuso, flor amarilla con jaspes rojos en la corola (mayor floración), la piel del tubérculo es rojo (fucsia) sin coloración secundaria con pulpa amarilla, la forma del tubérculo es redondo, ovalado con menor presencia falcados (Esquicia, 1992).

Descripción botánica:

Follaje:

Porte de la planta: erecta.

Elongación de tallos: tallos elongados rectos.

Color de los tallos: rojo grisáceo.

Pigmentación de aristas/ángulos en los tallos: ausente.

Forma de lámina: deltoide.

Color del follaje: verde amarillento oscuro.

Color del envés: verde amarillento claro.

Color del peciolo: púrpura grisáceo predominante con verde amarillento.

Flor:

Habito de floración: abundante.

Forma del eje de la inflorescencia: predominantemente recto.

Color del eje de la inflorescencia: púrpura rojizo predominante con verde.

Color de los sépalos: verde amarillento.

Color de los pétalos: verde amarillento con ápice púrpura rojizo.

Tendencia de formar flores con más de cinco pétalos: ausente.

Tubérculo:

Color predominante de la superficie de los tubérculos: rojo.

Color secundario de la superficie de los tubérculos: púrpura rojizo.

Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos:

Irregularmente distribuido.

Tendencia a la floración de quimeras: presente.

Forma general del tubérculo: redondo.

Color de la zona cortical: amarillo.

Color del cilindro central: blanco.

(Fundación PROINPA)

2.6.2. Variedad verde

Presenta plantas de tamaño pequeño aproximadamente de 25 a 35 cm, con crecimiento decumbente a postrado, con 4-6 tallos aéreos, los tubérculos presentan piel color claro,

con ojos semiprofundos, no presentan coloración secundaria, la forma de los tubérculos son alargados y algo aplanados.

Descripción botánica:

Follaje:

Porte de la planta: rastrera.

Elongación de tallos: tallos elongados decumbentes.

Color de los tallos: verde amarillento claro.

Pigmentación de aristas/ángulos en los tallos: presente.

Forma de lámina: cordada.

Color del follaje: verde amarillento.

Color del envés: verde amarillento claro.

Color del peciolo: verde amarillento con arista/ángulo pigmentado.

Flor:

Habito de floración: moderada.

Forma del eje de la inflorescencia: predominantemente en zigzag.

Color del eje de la inflorescencia: verde amarillento con purpura rojizo irregularmente distribuido.

Color de los sépalos: verde amarillento.

Color de los pétalos: verde amarillento.

Tendencia de formar flores con más de cinco pétalos: ausente.

Tubérculo:

Color predominante de la superficie de los tubérculos: verde amarillento.

Color secundario de la superficie de los tubérculos: ausente.

Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos: ausente.

Tendencia a la floración de quimeras: ausente.

Forma general del tubérculo: cilíndrico.

Color de la zona cortical: verde amarillento.

Color del cilindro central: verde amarillento.

(Fundación PROINPA)**2.6.3. Variedad amarilla**

Variedad ampliamente distribuida en el departamento de Potosí (Manquire), donde tiene buena adaptación, conocido también como “imilla lisa”, planta compacta formada de 3-6 tallos aéreos, con crecimiento decumbente, los tallos son aristados, carnosos de color verde o la filotaxia de las hojas es alterna, con láminas acorazonadas. Los tubérculos son de color amarillo intenso con yemas semiprofundos, piel bastante lisa y lustrada, de forma redonda. El ciclo vegetativo varía entre 190 a 200 días o mayor, con pocos tubérculos por planta (Callizaya, 1998).

Descripción botánica:**Follaje:**

Porte de la planta: erecta.

Elongación de tallos: ausencia de tallos elongados.

Color de los tallos: verde amarillento claro predominante con rojo claro.

Pigmentación de aristas/ángulos en los tallos: presente.

Forma de lámina: cordada.

Color del follaje: verde amarillento.

Color del envés: verde amarillento claro.

Color del peciolo: verde amarillento con arista/ángulo pigmentado.

Flor:

Hábito de floración: abundante.

Forma del eje de la inflorescencia: predominantemente recto.

Color del eje de la inflorescencia: verde amarillento con púrpura rojizo.

Irregularmente distribuido.

Color de los sépalos: púrpura rojizo claro.

Color de los pétalos: verde amarillento con ápice y bordes púrpura rojizo.

Tendencia de formar flores con más de cinco pétalos: ausente.

Tubérculo:

Color predominante de la superficie de los tubérculos: amarillo oscuro.

Color secundario de la superficie de los tubérculos: púrpura rojizo.

Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos: en ojos
irregularmente distribuido.

Tendencia a la floración de quimeras: presente.

Forma general del tubérculo: redondo.

Color de la zona cortical: amarillo.

Color del cilindro central: amarillo.

(Fundación PROINPA)

2.6.4. Variedad jaspeada

Presenta tallos de color verde oscuro a rojizo, hojas ovado cordadas de color verde oscuro con ápice redondeado las flores en su mayoría son amarillo claro con jaspes rosados, la piel presenta color amarillo con jaspes distribuidos en todo el tubérculo, con pulpa amarilla, la forma de los tubérculos es redondas, ovaladas en su mayoría, con ciclo vegetativo mayor a 200 días (Esquicia, 1992).

Descripción botánica:

Follaje:

Porte de la planta: erecta.

Elongación de tallos: tallos elongados rectos.

Color de los tallos: verde amarillento claro predominando con rojo claro.

Pigmentación de aristas/ángulos en los tallos: presente.

Forma de lámina: cordada.

Color del follaje: verde amarillento.

Color del envés: verde amarillento claro.

Color del peciolo: verde amarillento con arista/ángulo pigmentado.

Flor:

Hábito de floración: abundante.

Forma del eje de la inflorescencia: predominantemente en zigzag.

Color del eje de la inflorescencia: verde amarillento con purpura rojizo

Irregularmente distribuido.

Color de los sépalos: verde amarillento.

Color de los pétalos: verde amarillento.

Tendencia de formar flores con más de cinco pétalos: ausente.

Tubérculo:

Color predominante de la superficie de los tubérculos: amarillo oscuro.

Color secundario de la superficie de los tubérculos: púrpura rojizo.

Distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos:

Irregularmente distribuido.

Tendencia a la floración de quimeras: presente.

Forma general del tubérculo: redonda.

Color de la zona cortical: amarillo.

Color del cilindro central: amarillo.

(Fundación PROINPA)

2.7. MANEJO DEL CULTIVO

Para la siembra de papa lisa se toma en cuenta criterios en la elección del terreno:

- Cultivo anterior; fertilidad residual dejada del anterior cultivo, roturación adecuada.
- Topografía del terreno; los terrenos aptos para el cultivo son aquellos que no tengan desniveles pronunciados en su topografía, para evitar el anegamiento del agua.
- Exposición del terreno al clima adverso; preferentemente se eligen terrenos poco expuestos a factores climáticos (ocurrencia de heladas y granizadas). En lo posible con ubicación en laderas con pendiente y con barreras naturales.
- Características físicas del suelo; terrenos con mediana capacidad retentiva de agua, pues el ulluco es susceptible al exceso de agua, que da lugar a la

formación de una especie de segunda “piel” o “doble cáscara” influye en la calidad comercial.

2.8. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL CULTIVO DE PAPALISA

2.8.1. Suelos y Altitud

El cultivo de la papa lisa, prospera mejor en suelos de textura liviana (Francos, francos arcillosos, Franco limoso arcilloso), a un pH entre 5.5–6.5 ligeramente ácido. En suelos arcillosos la tuberización es inhibida, no hay un buen engrosamiento de los tubérculos. De acuerdo al criterio del agricultor, los suelos oscuros favorecen la producción de oca, los suelos claros a la papa lisa (Vimos, 1987 y Peralta, 1991). El cultivo se adapta a altitudes entre los 2.600 y 4.000 m.s.n.m, su área de cultivo óptimo está entre los 3.000 y 3.600 m de altitud (Tapia, 1990 y PROINPA, 2003). En Bolivia entre 2600 y 3400 m.s.n.m hay una menor floración en relación a zonas más bajas. (FAO7 y Tapia, 1992).

2.8.2. Clima

El cultivo de la papa lisa, se desarrolla bien en climas fríos y húmedos que favorecen la producción a temperaturas que oscilan entre los 8 y 14 °C. Es una especie tolerante a las heladas, granizada, presentando buena capacidad de rebrote foliar. La temperatura ideal es de 15 a 18 °C. Cuando dicha temperatura supera los 22 °C el desarrollo de los tubérculos es afectado (PROINPA, 2003).

2.8.3. Requerimiento de agua

Los requerimientos de agua promedio es de 700 a 885 mm al año (PROINPA, 2003). La papa lisa es adaptada a periodos secos del altiplano, no tolera periodos de excesiva lluvia.

Se reportan requerimientos de agua entre los 800-1.400 mm., es fuera de estos límites afecta el crecimiento y la tuberización (Vimos et al., 1993). El altiplano y los valles de mayor altitud de Bolivia forman parte, de los "Andes de alto riesgo climático", caracterizados por poca precipitación y extrema variabilidad climática (Tapia, 1993).

2.8.4. Luz

Según Lescano (1989), comparado con otros tubérculos andinos, la papa lisa prefiere para su desarrollo, días cortos, lo que favorece la formación de tubérculos, de 10 a 12 horas de luz tiene un crecimiento óptimo. Por otro lado, se observaron valores de Eficiencia Energética de hasta 0,63%, que pueden ser altos, considerando que esta especie es una planta C3, lo que refleja la capacidad de adaptación del cultivo a las condiciones de altura y de alta nubosidad, propios de la Zona Andina. (Vimos y Nieto, 1991).

2.9. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PAPALISA

2.9.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno se puede realizar mediante el uso de la yunta, tractor, dependiendo de la economía del agricultor. La preparación consiste en arar, rastrear y cruzar el suelo, es recomendable arar inmediatamente después de recoger la cosecha anterior, para facilitar la descomposición de los residuos de la cosecha (Castillo y Tapia.1998, citado en López Y Herman, 2004).

La roturación y el rastreado consisten en moler bien los terrones empleando herramientas tradicionales en forma manual o empleando rastra de discos, durante los meses de septiembre a octubre a fin de favorecer la emergencia y crecimiento uniforme del cultivo, el nivelado se realiza con la finalidad una buena distribución de la humedad y semilla (Alfaro y Llica, 2001).

2.9.2. Reposo de la semilla para la siembra

Se afirma que el melloco necesita de un tratamiento especial para que mejore la producción, se deja primeramente 15 días al sol como mínimo para que verdee, luego se almacena en el silo de verdeo lo cual es tapado con paja, donde la semilla pasa 2 a 3 meses hasta la fase de brotación del tubérculo semilla de papa lisa.

2.9.3. Época de siembra.

En general las épocas de siembra del ulluco son anteriores a las de la papa debido al largo periodo vegetativo del cultivo (7-9 meses).

La época de siembra varía, están determinadas por aspectos de disponibilidad de suelo, tubérculos-semilla y clima de cada zona agrícola; las siembras se efectúan entre los meses de septiembre y noviembre (valles), está condicionada a la ocurrencia de las primeras lluvias en áreas sin riego. (Arcila, 1992; Garay y Tapia, 1991; citado en López y Herman, 2004).

2.9.4. Densidad de siembra

La densidad de siembra depende de la variedad o ecotipo, tamaño deseado del tubérculo y condiciones de crecimiento. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo el tamaño de los tubérculos cosechados es de menor diámetro. Generalmente, para la producción de tubérculos-semilla se recomienda mayor densidad de tallos que para la producción de tubérculos de consumo (Gorbaoui, 1988).

La distancia de siembra en cultivo de la papa lisa es de 25 a 30 cm entre plantas y de 45 a 60 cm. entre surcos, depende del tamaño de semilla utilizada.

- ❖ La distancia amplia entre surcos favorece a que provee más tierra para el aporque, previene el daño a las plantas, raíces y tubérculos durante el cultivo, facilita las labores culturales.
- ❖ La distancia angosta entre los surcos asegura que el agua de riego alcance a todas las raíces, aumenta la eficiencia del empleo del terreno, luz, agua y nutrimentos (Gorbaoui, 1988).

En todas las zonas de cultivo de papalisa, la densidad de siembra está determinada por el distanciamiento promedio entre surcos y entre plantas (0.8 y 0.35 m); sin embargo, este distanciamiento puede variar desde 0.60 - entre surcos y de 0.30 y 0.60 m entre plantas. Empleando estos distanciamientos se logran densidades que varían entre 35,700 y 41,600 plantas/ha (2-3 tubérculos semilla/golpe en la siembra). (Seminario, 1984).

Los mayores distanciamientos son empleados en terrenos de siembra que se encuentra en ladera y los distanciamientos menores en casos de cultivos asociados o mixtos (Castillo y Tapia, 1998; citados en López y Hermann 2004).

PROINPA (2003), La distancia de siembra en cultivo de la papalisa es de 25 a 30 cm entre plantas y de 45 a 60 cm. entre surcos, depende del tamaño de semilla utilizada.

Rea (1977), la papa lisa se siembra en surcos separados a 0.8 y 1 m y distancia entre plantas de 0.4 a 0.6 m, el periodo de cosecha varía entre 140 a 150 días para ciclos precoces y hasta 360 días para ecotipos o variedades tardías.

2.9.5. Siembra correcta

Gorbaoui (1988), menciona que la siembra correcta asegura, la emergencia rápida y la uniformidad del cultivo

Las condiciones favorables de crecimiento aceleran la emergencia y reducen el tiempo que los brotes estén expuestos al peligro.

2.9.6. Uniformidad del cultivo

Está determinada por la uniformidad de la emergencia y el desarrollo de la planta. Un cultivo uniforme hace más fácil las labores culturales (aporque, riego, fumigación, fácil identificación de las plantas enfermas, cosecha) y mejor producción desarrollo de los tubérculos (Gorbaoui 1988).

2.10. METODOLOGÍAS DE ABONAMIENTO EN LA SIEMBRA.

Las metodologías de abonamiento en la siembra varían de acuerdo a la práctica del agricultor. Existen varias metodologías, las que se adecuan al área de estudio son:

- Colocando la semilla en el surco abierto, sobre la misma se realiza el abonado con estiércol; encima o al lado se fertiliza y luego se tapa el surco.
- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se aplicación la mezcla de ceniza más abono (fertilizante) y posterior tapado del surco.

- Colocando la semilla en el surco abierto; sobre la misma se realiza el abonamiento con sólo ceniza del estiércol; no se fertiliza y se tapa el surco.
- Esto explica en parte los resultados muy variables de las investigaciones sobre niveles y dosis óptimas de fertilización en papalisa, respecto a rendimiento y calidad de la producción (López y Herman 2004).

2.11. APORQUE Y DESHIERBE

Se realiza el aporque que también sirve como deshierbe, como la papalisa es un cultivo a secano casi por lo general no se hacen aplicaciones fitosanitarias. Se ha determinado que el mayor número de aporques (2 a 3) alarga el periodo vegetativo e incrementa los rendimientos en 42 %, representan altos valores de beneficio económico (Monteros et al., 1994).

Las prácticas culturales más comunes en el cultivo del melloco, son los deshierbes y los aporques; el campo debe mantenerse libre de malezas y las plantas se deben aporcar entre dos y tres veces durante su ciclo; esto ayuda a una mayor producción de tubérculos, siempre que se tenga el cuidado de dejar el suficiente follaje expuesto a la luz, para no afectar la función fotosintética (suquilanda 2020).

2.11.1. Segundo deshierbe

Se realiza manualmente entre los meses de febrero y marzo, es la remoción de todas las plantas que son diferentes al cultivo que amenazan competir por los nutrientes. Trabajo de mayor cuidado para evitar la fractura de estolones y raíces que son muy delicados (Arcila, 1992).

2.12. FERTILIZACIÓN

Cadima et al. (2003), menciona que, según los agricultores, los tubérculos de Papalisa no son exigentes en cuanto a las dosificaciones de nutrientes en los suelos. Por esta razón, la fertilización al momento de la siembra es aproximadamente de 70% menos de lo que se aplica a la papa.

La preferencia de suelos es semejante a la oca. La fertilización es primordialmente con abonos orgánicos, suplementada con una dosis baja de fertilizantes de 80-40-20 la que mejora sustancialmente la producción y el rendimiento económico (Suquilanda, 2020).

2.13. DOSIS DE FERTILIZACIÓN ÓPTIMA

Debido a las exigencias del mercado por mayores rendimientos de tubérculos de calidad comercial se ha introducido la práctica de fertilización sintética al cultivo de ulluco. Los rendimientos a nivel experimental están en el rango de 3-41 tn/ha dependiendo de la cantidad de estiércol y fertilizantes utilizados por hectárea. En Ayacucho, Bautista (1999) obtuvo rendimientos de 23 tn/ha con sólo la aplicación de 20 tn/ha de estiércol y 34 tn/ha con la aplicación conjunta de estiércol (20 tn/ha) y fertilizantes (80-80-40 NPK). En Huancavelica Garay (1991), determinó que el rendimiento es de 22 tn/ha si se usa la dosis de fertilización 120-100-90 de NPK. Esto explica en parte los resultados muy variables de las investigaciones sobre niveles y dosis óptimas de fertilización en ulluco, respecto a rendimiento y calidad de la producción (López y Hermann 2004).

2.14. COSECHA

La cosecha de la papa lisa se lo realiza en los meses de abril a junio, el ciclo vegetativo es de 7 a 8 meses. El período de crecimiento desde la siembra hasta la cosecha fluctúa entre 160 y 260 días, según las variedades y a mayores altitudes es lenta puede llegar hasta 9 meses aproximadamente (López y Herman 2004).

El olluco se puede cosechar entre 180 a 220 días, según la altitud de la parcela y la variedad. La cosecha debe hacerse con cuidado para no dañar los tubérculos. Posteriormente se procede a la clasificación, por colores y tamaños.

“La diversidad de variedades permite cultivarlo a diferentes alturas, desde los 2 000 hasta los 4 000 msnm” (fundación PROINPA, 2003).

2.15. RENDIMIENTO

El rendimiento de la papalisa depende de factores: cultivares de papalisa, tubérculo semilla, área de cultivo, dosis de fertilización orgánica y química, aprovechamiento de

la fertilización orgánica dejada del anterior cultivo, cantidad de estiércol utilizado, de las labores culturales. En general, el rango de rendimiento para las zonas productoras, varía de 2-10 tn/ha, bajo condiciones de manejo tradicional e influenciado por las precipitaciones pluviales, ocurrencia de sequías y heladas (Redín *et al.*, 2001. Citado en López y Hermann, 2004).

En Perú, el rendimiento fluctúa entre 5-11 tn/ha, el cultivar Huanuqueña produce un promedio de 16 tn/ha, el cultivar Canario tiene un rendimiento de 11 tn/ha.

La estimación de rendimientos, cuando la cosecha es buena y las condiciones climáticas y edáficas son favorables, la relación de rendimiento es 1:32 decir una arroba de semilla produce 32 arrobas en la cosecha. Y en años desfavorables el rendimiento es de 1:4. Con rendimiento promedio que fluctúa entre los 10.000 Kg. /ha, 25.000 Kg./ha, pudiendo llegar hasta los 45.000 Kg./ha. Los rendimientos a nivel agricultor están por debajo de estos límites (Seminario, 1984).

En Perú y Bolivia es cultivada a altitudes entre 2500 y 4000 m.s.n.m; se reporta un rendimiento promedio de 3.5 a 4-5 tn/ ha (Barrera *et al.*, 2004; López y Hermann, 2004).

Esquicia (1993), utilizando tamaños de tubérculo semilla de 10 y 20 gr, con aplicación de fertilizante químico 60-90-00, 60-60-00 (NPK) se, logro rendimientos de 12.8 y 12.7 Tn/ha.

Ferrufino (1995), en un estudio de 4 variedades de papalisa en condiciones de manejo del cultivo en pendientes, encontró rendimientos diferentes donde la variedad jaspeado (*ch'ixch'i*) alcanzo 17 tn/ha, roja 14 tn/ha, cultivar verde y amarilla con 8 Tn/ha, estableciendo que existe una influencia de la altura y el grado de la pendiente sobre el rendimiento.

2.16. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C)

Perrín *et al.* (1988), La relación beneficio costo es un indicador económico, en base al análisis de los costos realizados en el ciclo del cultivo (siembra, labores culturales, cosecha, post cosecha) y los gastos de los insumos (semilla, fertilizantes, etc.) y la

depreciación de las herramientas que se usaron. El cálculo de la Relación Beneficio costo se obtiene por la división del beneficio bruto entre el costo total de producción.

2.17. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.17.1. Plagas:

El cultivo de papalisa es atacado por larvas de lepidópteros, cuando el ataque es a la parte foliar no es significativo, por la capacidad de rebrote foliar de la planta. Si el ataque es al tubérculo, afecta a la calidad comercial (Vimos et al., 1993).

Las plagas de importancia generalizado en años secos está el laqatu (*Anomala* sp.) causa daño a tubérculos, silvi (*Feltia* sp, *Agrotis* sp, *Copitarcia turbada*) son larvas que trozan las plantas tiernas por la noche, El cutzo (*Baroteus* sp.) en estado larval mastican, perforan las raíces y tuberculos (PROINPA, 2003 y Vimos et al., 1993).

La mayoría de las plagas y enfermedades de melloco se previene utilizando semilla seleccionada de calidad, fertilización adecuada, labores culturales oportunas y eliminación de plantas enfermas (Ruales et al., 1983).

La ausencia de lluvias por periodos largos (seguía), el cultivo es atacado por la perdiz (p'isaqa), en la fase de emergencia de las plantas y formación de tubérculos, en busca de alimentación escarban diferentes lugares del surco, dejando al descubierto raíces y estolones, exponiendo al sol y bajas temperaturas.

2.17.2. Enfermedades

2.17.2.1. Roya en tubérculo de papalisa (hongo *Aecidium ulluci* Jorstad)

Es una enfermedad fungosa perjudicial, presente en el departamento de Cochabamba (Laimetoro), causa la muerte del follaje, cuando la planta tiene una altura promedio de 8 a 10 cm. (anexo 3) lo cual influye en el tamaño y peso de los tubérculos. Se diferencian dos tipos de roya, la roya amarilla y la roya deformante (Ortuño *et al.*, 1999 y Teresa, 1997).

2.17.2.2. La Qaracha o Rhizoctoniasis de la papalisa (hongo *Rhizoctonia* sp.).

La qaracha de la papalisa se manifiesta en forma de escamas en la superficie del tubérculo, afecta la calidad y reduce los precios de la papalisa. Esta enfermedad está presente en las zonas productoras de tubérculos andinos (Cochabamba y altiplano), (Teresa, 1997 y Gonzáles *et al.*, 2002).

2.17.2.3. Pudrición radicular o Mukuru (hongo *Fusarium* sp.)

Enfermedad de origen fungoso presente principalmente en la zona de Sapanani (Chapare), presenta pudriciones en tubérculos, en la parte foliar se observa una clorosis acentuada con enrollamientos, su presencia de esta enfermedad es menor en el altiplano, (Cossio, 1998 y Teresa, 1997).

2.17.2.4. Nematodo *Nacobbus aberrans*

La mayoría de los suelos de las zonas productoras de papalisa se encuentran infestados por *Nacobbus aberrans*, que afecta la producción de tubérculos. Dentro la variabilidad genética de la papalisa, que también es un cultivo hospedante de *N. aberrans* (Condori y Franco, 1994).

2.17.2.5. Virus

Los virus ocasionan pérdida de vigor, las plantas infectadas producen tubérculos más pequeños que las plantas sanas. Estos mismos tubérculos al ser sembrados por varios periodos, causa la degeneración del cultivo, su principal vector son los áfidos (Álvarez *et al.*, 1992; Fuentes y Chuquillanqui, 2004).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODO

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la comunidad de Trancas provincia Méndez del departamento de Tarija, la misma se encuentra ubicada a 45 km de la ciudad capital al norte del departamento, entre los paralelos 20°57' y 21°36' de latitud sud y 64°25' y 64°68' de longitud oeste (SENHAMI, 2021).

3.1.1. Datos climatológicos de la zona

Por las diferencias de altitud de la zona, fisiografía, topografía, vegetación, corrientes de aire, además de otros factores, la comunidad de trancas presenta una variedad de meso climas, y microclimas.

Se puede clasificar en forma general como un clima semiárido, fresco, meso termal, con poco o ningún exceso de agua. Sub andino, cabecera de valle, valle y sub trópico.

3.1.2. Temperaturas máximas y mínimas

La temperatura media anual es de 16,7° C, la máxima media anual es 25,8° C, y la mínima media es de 8,9° C. (SENHAMI, 2021).

3.1.3. Precipitaciones pluviales

La humedad relativa media es del 61% alcanzando una máxima superior 70% en los meses de enero a marzo (SENHAMI, 2021).

3.1.4. Suelos

Áreas severamente erosionadas. Fisiográficamente se sitúan sobre terrazas disectadas, con relieve topográfico moderadamente escarpado, de formación lacustre derivado de areniscas y lulitas arenosas. Son suelos profundos o moderadamente profundos, bien drenados a excesivamente drenados, presentan erosión hídrica y eólica de severa a muy severa (SENHAMI, 2021).

Cuadro 1. Vegetación

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia
	Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
	Aliso	<i>Alnus</i> sp.	Betulaceae
	Jarca	<i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb.	Leguminosae
	Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Leguminosae
	Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae
	Chilca	<i>Baccharis</i> sp.	Compositae
	Th'ola	<i>Baccharis</i> sp.	Compositae
	Aji del campo	<i>Capsicum</i> sp.	Solanaceae
	Malva	<i>Malva</i> sp.	Malvaceae
	Paja	<i>Stipa</i> sp.	Poaceae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2020.

Cuadro 2. Cultivos anuales

Los cultivos se reducen a pequeñas áreas como:

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia
	Oca	<i>Oxalis tuberosa</i> Molina	Oxalidaceae
	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
	Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae
	Haba	<i>Vicia faba</i> L.	Leguminosae
	Papa lisa	<i>Ullucus tuberosus</i> L.	Basellaceae
	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Poaceae
	Avena	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
	Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae
	Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae
	Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Poaceae
	Maní	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Leguminosae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2020.

Cuadro 3. Frutales a lo largo de los pequeños valles aluviales:

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
	Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae
	Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	Rosaceae
	Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae
	Higuera	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2020.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material Vegetal

En el trabajo de investigación se utilizó tubérculos de papalisa (semilla) de cuatro variedades.

V1: Ecotipo jaspeado

V2: Ecotipo rojo

V3: Ecotipo amarillo

V4: Ecotipo verde

3.2.2. Material Orgánico

Se aplicará: Estiércol caprino.

3.2.3. Material de Campo

- Estacas.
- Yunta
- Arado.
- Azadón.

- Pala.
- Asada.
- Wincha métrica.
- Calibrador vernier
- Balanza

3.2.4. Material de Registro

Cámara fotográfica.

Libreta de datos.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Diseño Experimental

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental de “bloques al azar” con arreglo factorial de 4x2 con ocho tratamientos y tres repeticiones siendo un total de 24 unidades experimentales.

3.3.2. Características del Diseño

Número de tratamientos.....	8
Número de repeticiones o bloques.....	3
Número de unidades experimentales.....	24

3.3.3 Descripción de los tratamientos

T1= densidad 1 (0,30 m) + variedad 1 (ecotipo jaspeado)

T2= densidad 1 (0,30 m) + variedad 2 (ecotipo rojo)

T3= densidad 1 (0,30 m) + variedad 3 (ecotipo amarillo)

T4= densidad 1 (0,30 m) + variedad 4 (ecotipo verde)

T5= densidad 2 (0,40 m) + variedad 1 (ecotipo jaspeado)

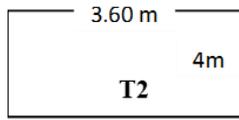
T6= densidad 2 (0,40 m) + variedad 2 (ecotipo rojo)

T7= densidad 2 (0,40 m) + variedad 3 (ecotipo amarillo)

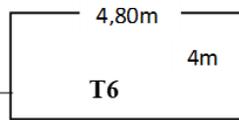
T8= densidad 2 (0,40 m) + variedad 4 (ecotipo verde)

3.3.4 Diseño de Campo

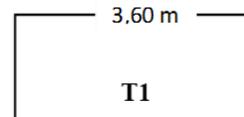
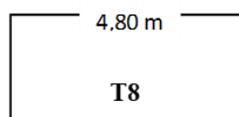
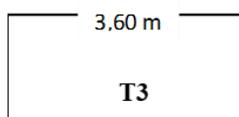
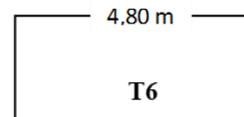
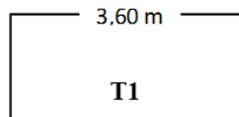
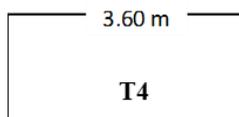
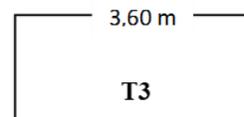
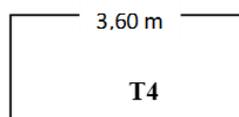
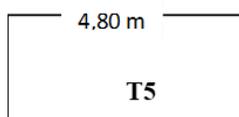
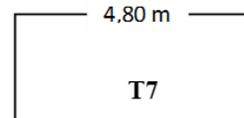
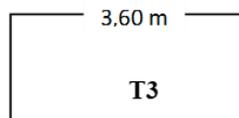
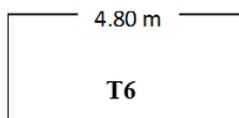
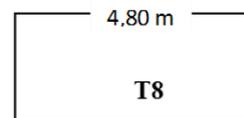
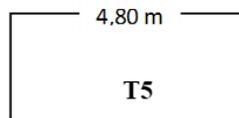
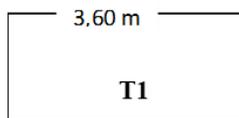
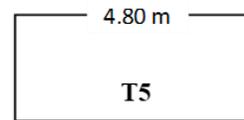
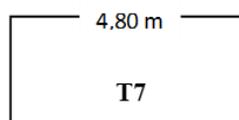
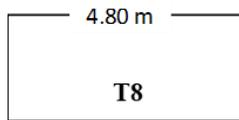
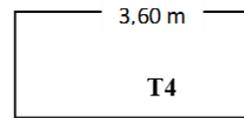
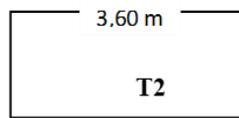
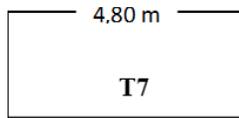
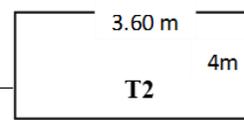
Bloque 1



Bloque 2



Bloque 3



Época:

Octubre.

Abonos orgánicos:

Caprino.

Cuadro 4. Dimensiones del área experimental

Características	Área
Área total ensayo	600,4 m²
Área total del cultivo	526,4 m²
Distancia entre parcelas	1 m
Pasillos y bordes (separación entre bloque)	1 m
Distancia entre surcos	0,80 m
Efecto de borde de cada unidad experimental	0,4 m

3.4. DESARROLLO DE CAMPO**3.4.1. Preparación del terreno**

La preparación de terreno para el ensayo se realizó con la primera lluvia que fue en el mes de septiembre, para la roturación o arada se utilizó la yunta (facilita la aireación del suelo), para luego proceder al mullido, desterronado, posterior nivelado.

Para la arada con la yunta se procedió la arada una de manera vertical y otra de manera diagonal donde se logre el desterronado por completo del terreno.

3.4.2. Muestreo del suelo

Antes del establecimiento del cultivo, sé tomaron 20 muestras del suelo siguiendo el método zig-zag de toda el área experimental el conjunto de muestras se homogeneizó y por “cuarteo” se obtuvo un kilo de muestra representativa (anexo 8), lo cual fue enviada al laboratorio de suelos y aguas del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), para el respectivo análisis físico químico del suelo. (anexo 5).

3.4.3 Aplicación de fertilizantes

La incorporación de fertilizantes se realizó basado en el análisis de suelo y requerimiento del cultivo, esta práctica se hizo en el momento de la siembra y el aporque, incorporando la cantidad correspondiente para suplir las necesidades del cultivo.

Cuadro 5. Resultados del análisis químico del suelo

Nutrientes	Análisis químico de suelo	Interpretación
Materia Orgánica (MO %)	2,62	Medio alto
Nitrógeno (%)	0,13	Moderado
Fósforo (ppm)	3,18	Bajo
Potasio (meq/100 g)	0,19	Bajo
pH	*6,11	Suavemente ácido

En el Cuadro 5, se evidencia los resultados químicos del suelo, donde se observa un contenido medio alto en materia orgánica, también se observa un contenido moderado de nitrógeno, sin embargo, el contenido de potasio y fósforo se encuentra en un nivel bajo, considerando que es necesario suplir estas necesidades según el requerimiento del cultivo. La interpretación fue realizada según las normas para interpretación de los análisis químicos del laboratorio CIAT, (Espinoza, 2016).

3.4.3.1 CÁLCULO DE LA OFERTA DEL SUELO

Cuadro 6. Oferta del suelo (Kg/ha)

	SUELO
MO (Kg/ha)	52400,00
Nitrógeno Disponible (Kg/ha/año)	88,40
Fósforo P₂O₅ (Kg/ha)	14,63
Potasio K₂O (Kg/ha)	177,84

Observando el Cuadro 6, de ofertas del suelo, extraído del análisis de suelo donde la materia orgánica y el nitrógeno se encuentran en cantidades medianamente óptimas,

sin embargo, vemos que el potasio y el fosforo se encuentran en cantidades bajas de tal forma que es necesario recurrir a una buena fertilización.

Cuadro 7. Requerimiento y dosificación de la papalisa

De acuerdo con Cadima et al. (2003), la papalisa es un cultivo no tan exigente en cuanto a fertilización, ya que es considerado una alternativa a rotar después de la papa, por lo que considera que el requerimiento de la papalisa está entre un 60 y 70 % menos que el requerimiento de la papa, ya que muchas veces no es necesario fertilizar luego de cultivar la papa para cultivar la papalisa.

Tomando en cuenta que el requerimiento de la papalisa es entre 60 y 70 % menos que el requerimiento de la papa se procedió a establecer este requerimiento, y la posterior dosificación para suplir las necesidades de fósforo y potasio.

	PAPA Kg/ha	PAPALISA (60%) Kg/ha	DOSIS A APLICAR Kg/ha
N	100	40	---
P	200	80	99,52
K	60	24	---

Tal como se observa según las necesidades nutricionales se observa falta de fósforo por lo que no es necesario aplicar ninguna cantidad de nitrógeno y mucho menos de potasio, para lo cual es necesario aplicar dos bolsas de 50 kilogramos cada uno por cada hectárea.

Fertilización orgánica

La fertilización orgánica se realizó utilizando bibliografía a razón de 2,4 toneladas por hectárea tal como lo sugiere (Quispe, 2012), además que tal cantidad es considerada para una fertilización mixta (orgánico e inorgánico) basado en experiencias de fertilización convencional en diversas regiones, cabe mencionar que la fertilización orgánica fue realizada con estiércol caprino.

3.4.3. Trazado

Se procedió a trazar y a medir el área experimental con wincha, para cada bloque y el tamaño de las unidades experimentales para proceder al estaqueado, para luego realizar los surcos según las densidades de siembra en cada parcela de cada bloque. (anexo 8).

3.4.4. Siembra

La siembra se realizó con la apertura de surcos con la ayuda de la yunta, luego se procedió a colocar la semilla de acuerdo a la densidad de cada tratamiento (2 a 4 tubérculos para una planta de acuerdo al tamaño), después se procedió al colocado de estiércol de caprino de manera manual (echando en el surco sobre los tubérculos), (anexo 8) y por último se procede al enterrado del surco.

3.5. LABORES CULTURALES

3.5.1. Aporque y deshierbe

Se realizaron dos aporques manualmente después de la siembra con la ayuda de un arado manual (anexo...), el primer apoque se lo realizo 30 DDS cuando toda la papalisa termina de nacer (emparejado) (anexo 8), y el segundo aporque se lo realizo a los 129 DDS tras realizar el deshierbe, (anexo 8).

Los deshierbes se realizaron una semana antes del segundo aporque de manera manual con la ayuda de un azadón y después se sacó y sacudió la misma para que la tierra quede en el terreno y se las va sacando todas las hiervas a un costado del terreno (anexo 8).

El segundo deshierbe se lo realizo a las tres semanas después del primer deshierbe donde se procede a sacar todas las demás hierbas que quedaron del primer deshierbe.

3.5.2. Tratamientos fitosanitarios

Durante el ciclo del cultivo se constató la presencia del gusano de tierra silvi (*Feltia sp*, *Agrotis sp*) larvas que trozaron las plantas tiernas por la noche cortándolas del cuello (cogollo) de la planta en algunas unidades experimentales en la fase de emergencia y floración (anexo...), para lo cual se realizó aplicaciones foliares preventivas con un insecticida agrícola STERMIN 600 SL, a una dosis de 30 ml./mochila de 20 lt.

También se constató la presencia de la enfermedad del pasmo negro o tizón tardío (*phytophthora infestans*) hongo que afecto directamente a las hojas con machas color marrón oscuro que comenzó en las puntas de la hojas formando una necrosis y posteriormente causando un daño total a la planta (anexo...), este hongo afecto daños al ecotipo verde y jaspeado en algunas unidades experimentales en la fase de floración hasta maduración, para lo cual se realizó aplicaciones foliares con un fungicida agrícola CORAZA, a una dosis 100 ml./mochila de 20 lt.

3.5.3. Riegos

Los riegos fueron al seco.

3.5.4. Cosecha

Los días a la cosecha, es el tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento del amarillamiento generalizado del área foliar de las plantas, la cosecha se realizó manualmente con la ayuda de azadón en el mes de mayo, previo a la observación de la madurez fisiológica de los tubérculos (frotación de la epidermis) a los 7 meses después de la siembra (237 días), más allá de este periodo la papalisa se vuelve “carotozo” (cubierto por una capa considerado de mala calidad del tubérculo).

3.6. VARIABLES

3.6.1. Emergencia

La medición de datos del porcentaje de emergencia que se realizó cuando más del 50% de las plántulas emerjan a la superficie.

Para determinar el porcentaje de emergencia se realizó el recuento de plantas emergidas de cada unidad experimental (según tratamientos), en relación al total de tubérculos sembrados en cada unidad experimental, para luego transformarlos en porcentajes (%).

3.6.2. Días a la floración

Son los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50 % de las plantas muestren el inicio de la floración, instante en que se procedió a tomar los datos. Se contabilizó por conteo de las ramas florales de cada tallo principal de las plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental para obtener el número de botones florales que florecieron.

3.6.3. Altura de la planta

Para el registro de datos de altura de la planta se procedió a medir con la regla graduada en centímetros desde la base del cuello del tallo (nivel del suelo), hasta la parte apical de la planta, en diferentes fases fenológicas para luego promediarlos, para la evaluación se tomará en cuenta cuanto las plantas alcanzaron la máxima cobertura foliar y altura.

Los datos se registraron de las diez plantas muestreadas tomadas al azar por sorteo de cada unidad experimental, descartando los extremos para evitar el efecto de bordura y cabecera. Se procederá a la medición con una regla graduada en centímetros (cm).

3.6.4. Número de tubérculos por planta

Para lo cual luego de cosechar se procedió a contar el número de tubérculos por planta, de las plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y tratamiento para luego promediarlos (%) y registrar los datos.

3.6.5. Peso del tubérculo por planta

Para determinar el peso de tubérculo por planta se consideró todos los tubérculos cosechados de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y por tratamiento, se pesará en la balanza tipo reloj para luego promediar el peso del tubérculo por planta en kg.

3.6.6. Tamaño del tubérculo

Para determinar el tamaño del tubérculo por planta se consideraron todos los tubérculos cosechados de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y por tratamiento, la medición se realizó con la ayuda de un calibrador (vernier) registrados en centímetros (cm), luego se procederá a promediar el tamaño de cada tubérculo en centímetros (cm).

3.6.7. Rendimiento del tubérculo de papalisa

El rendimiento será evaluado después de la cosecha, para tal efecto se tomó en cuenta 10 plantas marveteadas sorteadas al azar de cada unidad experimental por tratamiento para luego ser registrados en el cuaderno de campo, el peso del tubérculo de cada tratamiento se constituye en el rendimiento, lo cual se pesó en la balanza tipo reloj y el uso de la romana, se expresará el rendimiento promedio del tubérculo de cada unidad experimental de la parcela útil, para luego transformarlos en ton/ha.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA (%)

Cuadro 8. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	80,00	80,00	80,00	240,00	80,00
T2 (D1V2)	80,00	70,00	80,00	230,00	76,67
T3 (D1V3)	80,00	90,00	80,00	250,00	83,33
T4 (D1V4)	80,00	70,00	80,00	230,00	76,67
T5 (D2V1)	90,00	70,00	90,00	250,00	83,33
T6 (D2V2)	60,00	70,00	80,00	210,00	70,00
T7 (D2V3)	90,00	60,00	70,00	220,00	73,33
T8 (D2V4)	90,00	80,00	80,00	250,00	83,33
SUMA	650,00	590,00	640,00	1.880,00	78,33

Los datos tabulados en el Cuadro 8 muestran los promedios del porcentaje de emergencia a los 68 días, promedios que en cada tratamiento superan los 70 %, y el rango de promedios esta entre los 70 % hasta poco más de 80 % en los tratamientos T3 (D1V3), T5 (D2V1) y T8 (D2V4), mostrando un comportamiento similar en todos los tratamientos ya que la densidad 1 como la densidad 2 mostraron efectos similares en todas las variedades.

Al respecto una investigación realizada con densidades de 0,3, 0,5, y 0,8 lograron un promedio de porcentaje de germinación arriba de los 85 %, sin embargo, se pudo evidenciar que no existió efecto alguno por las densidad, entonces vemos que no hay efecto de las densidades en la germinación, al igual que en esta investigación (Quispe, 2012).

Cuadro 9. Tabla de doble entrada

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	240,00	230,00	250,00	230,00	950,00	79,17
D2	250,00	210,00	220,00	250,00	930,00	77,50
SUMA	490,00	440,00	470,00	480,00	1.880,00	
MEDIA	81,67	73,33	78,33	80,00		

Los promedios individuales por cada factor muestran cierta similitud para el factor densidad, ya que los promedios difieren en poco menos del 2 %, con valores de 77,50 y 79,17 % en la densidad 2 y densidad 1 respectivamente, por otro lado, para el factor variedad los promedios difieren en poco más de los 5 % ya que muestran un rango entre los 73,33 a los 81,67 % en la variedad 2 y variedad 1 respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de varianza (ANOVA)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	533,33	76,19	1,13	2,76	4,28
BLOQUES	2	258,33	129,17	1,92	3,74	6,51
ERROR	14	941,67	67,26			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	16,67	16,67	0,25	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	233,33	77,78	1,16	3,34	5,56
INTERACCIÓN (D / V)	3	283,33	94,44	1,40	3,34	5,56
TOTAL	23	1.733,33				
C. V. =	10,47					

El análisis de varianza mostrado en el Cuadro 10, pone en evidencia que los factores tienen un comportamiento sin efectos notables, ya que se puede observar que no existen diferencias significativas en los tratamientos, de igual manera en los bloques, un caso similar para el factor densidad y variedad donde no existen diferencias significativas mucho menos en la interacción de ambos factores al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que no amerita realizarse una prueba de comparación de medias Tukey.

4.2. ALTURA DE PLANTA

4.2.1. ALTURA A LA EMERGENCIA (Cm)

Cuadro 11. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	1,30	1,00	1,30	3,60	1,20
T2 (D1V2)	1,30	0,70	0,80	2,80	0,93
T3 (D1V3)	1,40	1,30	0,60	3,30	1,10
T4 (D1V4)	1,30	0,90	0,90	3,10	1,03
T5 (D2V1)	1,60	0,80	1,20	3,60	1,20
T6 (D2V2)	0,50	0,80	1,20	2,50	0,83
T7 (D2V3)	0,90	0,80	0,80	2,50	0,83
T8 (D2V4)	1,20	0,90	1,50	3,60	1,20
SUMA	9,50	7,20	8,30	25,00	1,04

El cuadro 11, muestra la altura que se obtuvo en la emergencia, donde los promedios fueron un tanto variados, con alturas desde los 0,83 centímetros en los tratamientos T6 (D2V2) y T7 (D2V3) hasta los 1,20 centímetros en los tratamientos T1 (D1V1), T5 (D2V1) y T8 (D2V4), además de evidenciar un promedio general de 1,04 centímetros de altura a la emergencia.

Cuadro 12. Tabla de doble entrada densidad/variedad

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	3,60	2,80	3,30	3,10	12,80	1,07
D2	3,60	2,50	2,50	3,60	12,20	1,02
SUMA	7,20	5,30	5,80	6,70	25,00	
MEDIA	1,20	0,88	0,97	1,12		

Los promedios individuales de cada factor mostrados en el Cuadro 12, muestran que para el factor densidad los promedios de altura son muy similares entre los 1,02 y 1,07 centímetros en la densidad 2 y densidad 1 respectivamente, sin embargo, las diferencias

entre las variedades, fue mucho más evidente, ya que la diferencia entre los promedios superó los 30 centímetros, entre promedios desde 0,88 cm y 1,20 cm en la variedad 2 y variedad 1 respectivamente.

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANOVA) para altura a la emergencia

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	0,53	0,08	0,46	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,33	0,17	1,97	3,74	6,51
ERROR	14	1,18	0,08			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,02	0,02	0,18	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	0,37	0,12	1,46	3,34	5,56
INTERACCIÓN (D / V)	3	0,15	0,05	0,59	3,34	5,56
TOTAL	23	2,04				
C. V. =	27,82					

El análisis de varianza en altura a la emergencia evidenciado en el cuadro 13 muestra que no existen diferencias significativas en los tratamientos ni en los bloques, de igual manera no se muestra diferencias significativas en los factores densidad y variedad ni en la interacción de los mismos al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que no es necesario una prueba de comparación de medias. Por otro lado, el coeficiente de variación que alcanzó un valor del 27,82 % pone en evidencia que los datos son poco homogéneos.

De acuerdo con Quispe (2012), la no significancia significativa está ligada a las diferencias entre los promedios de datos, ya que de ellos depende el análisis realizado en un ANOVA.

4.2.2. ALTURA AL BOTÓN FLORAL (Cm)

Cuadro 14. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	37,00	27,00	23,00	87,00	29,00
T2 (D1V2)	19,20	21,00	20,20	60,40	20,13
T3 (D1V3)	26,00	28,20	25,60	79,80	26,60
T4 (D1V4)	30,80	25,00	28,00	83,80	27,93
T5 (D2V1)	28,30	28,60	33,80	90,70	30,23
T6 (D2V2)	24,00	23,50	28,00	75,50	25,17
T7 (D2V3)	23,50	33,20	25,20	81,90	27,30
T8 (D2V4)	28,00	26,30	25,00	79,30	26,43
SUMA	216,80	212,80	208,80	638,40	26,60

Los datos obtenidos para la altura al botón floral expresados en el cuadro 14, presenta datos con una altura que varía en poco más de los 5 centímetros con alturas entre los 25,17 hasta los 30,23 centímetros en los tratamientos T6 (D2V2) y T5 (D2V1) respectivamente, también observamos que el promedio general es de 26,60 centímetros.

Cuadro 15. Tabla de doble entrada densidad/variedad

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	87,00	60,40	79,80	83,80	311,00	25,92
D2	90,70	75,50	81,90	79,30	327,40	27,28
SUMA	177,70	135,90	161,70	163,10	638,40	
MEDIA	29,62	22,65	26,95	27,18		

Los promedios observados de forma independiente en cada factor evidenciados en el cuadro 15, muestran que los promedios para el factor densidad no difieren en gran manera ya que los promedios varían entre 25,92 a 27,28 centímetros de altura, a diferencia del factor variedad donde las diferencias más grandes se ven entre la

variedad 2 con 22,65 centímetros y la variedad 1 con 29,62 mostrándose una diferencia de poco más de 7 centímetros de altura al botón floral.

Cuadro 16. Análisis de varianza (ANOVA) para altura al botón floral

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	195,39	27,91	1,84	2,76	4,28
BLOQUES	2	4,00	2,00	0,13	3,74	6,51
ERROR	14	211,85	15,13			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	11,21	11,21	0,74	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	150,99	50,33	3,33	3,34	5,56
INTERACCIÓN (D / V)	3	33,19	11,06	0,73	3,34	5,56
TOTAL	23	411,24				
C. V. =	14,62					

Una vez realizado el análisis de varianza en la variable de altura al botón floral evidenciado en el cuadro 16 se puede observar que no existen diferencias significativas para el ninguno de los factores (densidad y variedad), de igual forma en los tratamientos y en las réplicas no existen diferencias significativas, por otro lado, en la interacción de los factores no se ven diferencias significativas al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que no se requiere realizar una prueba de comparación de medias. Podemos observar también que el coeficiente de variación alcanza un 14,62 % por lo que podemos definir que los datos son medianamente homogéneos.

Según bibliografía la formación de los primeros botones florales que se forman en la planta, ocurre aproximadamente a los 85 días de la siembra y se prolonga hasta los 155 días posteriores, hay un incremento lento de hojas jóvenes, engrosamiento del número de tallos principales (Vimos et al., 1993, Citado por Quispe, 2012) .

4.2.3. ALTURA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA (Cm)

Cuadro 17. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	43,50	43,20	38,30	125,00	41,67
T2 (D1V2)	30,20	29,60	36,10	95,90	31,97
T3 (D1V3)	42,50	43,60	34,00	120,10	40,03
T4 (D1V4)	39,60	33,80	38,00	111,40	37,13
T5 (D2V1)	38,70	43,20	44,60	126,50	42,17
T6 (D2V2)	37,60	35,30	46,00	118,90	39,63
T7 (D2V3)	40,00	48,30	39,00	127,30	42,43
T8 (D2V4)	42,30	37,60	33,30	113,20	37,73
SUMA	314,40	314,60	309,30	938,30	39,10

Los datos observados en el cuadro 17, evidencian que a la madurez fisiológica la altura estuvo entre los 31,97 a los 42,17 centímetros en los tratamientos T2 (D1V2) y T5 (D2V1) respectivamente, difiriendo en poco más de 11 centímetros, por otro lado, también se observa que el promedio general tiene un valor de 39,10 centímetros, sin embargo, más del 50 % de los tratamientos mostraron una altura superior a los 35 centímetros a la madurez fisiológica.

Cuadro 18. Tabla de doble entrada densidad/variedad

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	125,00	95,90	120,10	111,40	452,40	37,70
D2	126,50	118,90	127,30	113,20	485,90	40,49
SUMA	251,50	214,80	247,40	224,60	938,30	
MEDIA	41,92	35,80	41,23	37,43		

Los promedios individuales mostrados en el cuadro 18, ponen en evidencia que para el factor densidad los promedios no difieren en más de los 3 centímetros, ya que se ven promedios entre los 37,70 a los 40,49 centímetros en la densidad 1 y densidad 2

respectivamente. Por otro lado, para el factor variedad, los promedios no superan los 41,92 centímetros siendo esta la variedad 1.

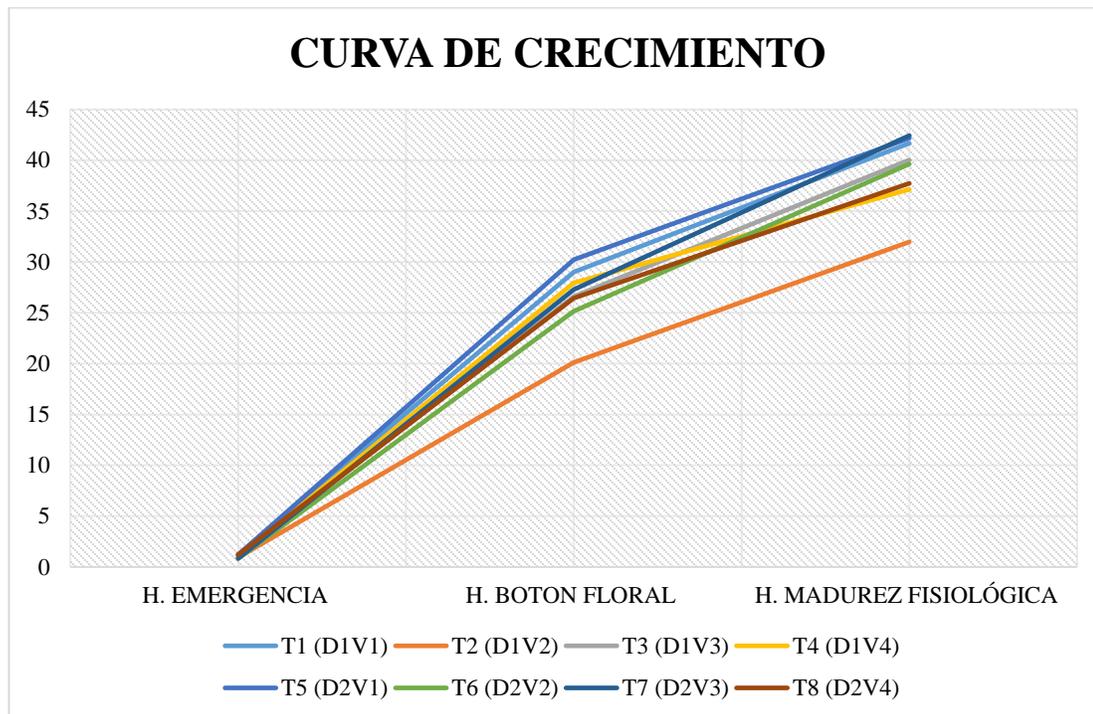
Cuadro 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura a la madurez fisiológica

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	254,64	36,38	1,76	2,76	4,28
BLOQUES	2	2,26	1,13	0,05	3,74	6,51
ERROR	14	288,86	20,63			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	46,76	46,76	2,27	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	156,91	52,30	2,54	3,34	5,56
INTERACCIÓN (D / V)	3	50,96	16,99	0,82	3,34	5,56
TOTAL	23	545,75				
C. V. =		11,62				

En el análisis de varianza presentado en el cuadro 19 para la altura a la madurez fisiológica, podemos observar que no existe efecto significativo en los tratamientos, tampoco en los bloques o repeticiones, de igual forma en el factor densidad, sin embargo, si se observa diferencias significativas para el factor variedad, pero no así en la interacción de ambos factores al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que solo amerita realizarse una prueba de comparación de medias para el factor variedad. Por otro lado, se ve que el coeficiente de variación alcanzó los 11,62 demostrando cierta homogeneidad en los datos.

La madurez Fisiológica se caracteriza por el amarillamiento generalizado de las hojas (caída de hojas jóvenes y maduras), fase final de la floración, es un periodo prolongado entre los 206 y 216 días aproximadamente (Castillo y Tapia, 1998, Citado por (Choque, 2018)).

Gráfico 1. Curva de crecimiento de la altura



El gráfico 1, muestra el comportamiento del desarrollo de la planta desde la emergencia hasta la madurez fisiológica en cada tratamiento, donde podemos apreciar que el tratamiento T5 (D2V1) tuvo un crecimiento más vertical, sin embargo el comportamiento fue muy similar en la mayoría de los tratamientos, habiendo una diferencia muy considerable en el tratamiento T1 (D1V1) que alcanzó poco más de los 30 centímetros al final de la madurez fisiológica, siendo este el más bajo a diferencia de los demás tratamientos.

Respecto al comportamiento de la altura, esta tuvo alturas que sobrepasaron los niveles encontrados por Choque (2018), en una investigación utilizando diferentes ecotipos alcanzó alturas poco menores a los 30 centímetros en ecotipos rojos, amarillos y jaspeados, alturas muy por debajo de las máximas alcanzadas en este trabajo.

4.3. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Cuadro 20. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	57,40	49,90	27,40	134,70	44,90
T2 (D1V2)	37,70	40,40	32,60	110,70	36,90
T3 (D1V3)	41,70	45,60	46,20	133,50	44,50
T4 (D1V4)	30,10	36,40	43,70	110,20	36,73
T5 (D2V1)	31,60	41,80	42,10	115,50	38,50
T6 (D2V2)	26,30	41,30	42,90	110,50	36,83
T7 (D2V3)	68,30	50,30	22,50	141,10	47,03
T8 (D2V4)	37,00	55,30	33,30	125,60	41,87
SUMA	330,10	361,00	290,70	981,80	40,91

Los promedios mostrados en el Cuadro 20, evidencian que el número de tubérculos por planta varía entre los 36,73 hasta los 47,03 tubérculos por planta en los tratamientos T4 (D1V4) y T7 (D2V3) respectivamente, además se muestra un promedio general de 40,91 tubérculos por planta, por otro lado, los promedios más bajos se observaron en los tratamientos conformados por las variedades 2 y 4, con promedios menores a 37 tubérculos por planta.

Cuadro 21. Tabla de doble entrada densidad/variedad

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	134,70	110,70	133,50	110,20	489,10	40,76
D2	115,50	110,50	141,10	125,60	492,70	41,06
SUMA	250,20	221,20	274,60	235,80	981,80	
MEDIA	41,70	36,87	45,77	39,30		

Los promedios independientes por cada factor muestran en el factor densidad una leve diferencia de menos de 1 tubérculo por planta, por lo que no es significativo, a diferencia del factor variedad donde el número de tubérculos es más variado en las

cuatro variedades, sin embargo, no se observa gran diferencia ya que los promedios están entre los 36,87 a 45,77 tubérculos por planta en las variedades 2 y 3 respectivamente.

Cuadro 22. Análisis de varianza (ANOVA)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	369,51	52,79	0,39	2,76	4,28
BLOQUES	2	310,39	155,19	1,15	3,74	6,51
ERROR	14	1.894,60	135,33			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,54	0,54	0,004	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	258,91	86,30	0,64	3,34	5,56
INTERACCION (D / V)	3	110,06	36,69	0,27	3,34	5,56
TOTAL	23	2.574,50				
C. V. =	28,44					

El análisis de varianza realizado en el Cuadro 22, para el número de tubérculos por cada, muestra que no existe efecto significativo para los tratamientos ni para los bloques, de igual manera no se aprecian diferencias significativas para ninguno de los factores (densidad * variedad) ni en la interacción de los mismos, por lo que no es necesario realizar una prueba de comparación de medias. Por otro lado, vemos que el coeficiente de variación alcanzó los 28,44 % evidenciando datos poco homogéneos.

Al respecto Choque (2018), demuestra que alcanzó número de tubérculos 63,78 en el ecotipo rojo, 73,33 en el ecotipo jaspeado y 88,78 tubérculos por planta en el ecotipo amarillo, datos muy superiores comparados a los obtenidos en el presente trabajo.

4.4. RENDIMIENTO (Ton/ha)

Cuadro 23. Tabla de datos

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (D1V1)	21,67	21,67	18,70	62,04	20,68
T2 (D1V2)	17,00	17,67	14,60	49,27	16,42
T3 (D1V3)	20,33	21,67	21,67	63,67	21,22
T4 (D1V4)	11,50	12,00	10,20	33,70	11,23
T5 (D2V1)	18,70	20,10	18,50	57,30	19,10
T6 (D2V2)	12,50	13,70	13,80	40,00	13,33
T7 (D2V3)	19,30	18,10	16,80	54,20	18,07
T8 (D2V4)	10,20	10,30	9,80	30,30	10,10
SUMA	131,20	135,20	124,07	390,47	16,27

Los datos mostrados en el Cuadro 23, ponen en evidencia valores muy diferentes entre sí, ya que el rendimiento tuvo diferencias muy notables con valores desde los 10,10 hasta las 21,22 toneladas por hectárea, en los tratamientos T8 (D2V4) y T3 (D1V3) respectivamente, un rango de aproximadamente 10 toneladas por hectárea entre el rendimiento más bajo y el más elevado, curiosamente podemos notar que los tratamientos con la variedad 3 fueron los que mejor resultado dieron.

Cuadro 24. Tabla de doble entrada densidad/variedad

TABLA DE DOBLE ENTRADA (DENSIDAD / VARIEDAD)						
	V1	V2	V3	V4	TOTALES	MEDIA
D1	62,04	49,27	63,67	33,70	208,67	17,39
D2	57,30	40,00	54,20	30,30	181,80	15,15
SUMA	119,34	89,27	117,87	64,00	390,47	
MEDIA	19,89	14,88	19,64	10,67		

Los promedios individuales por cada factor muestran claramente que las diferencias son un tanto considerables en el rendimiento, ya que para el factor densidad se puede

apreciar promedios de 15,15 y 17,39 toneladas por hectárea en la densidad 2 y densidad 1 respectivamente. Por otro lado, para el factor variedad las diferencias son mayores que van desde los 10,67 hasta las 19,89 toneladas por hectárea en la variedad 4 y variedad 1 respectivamente.

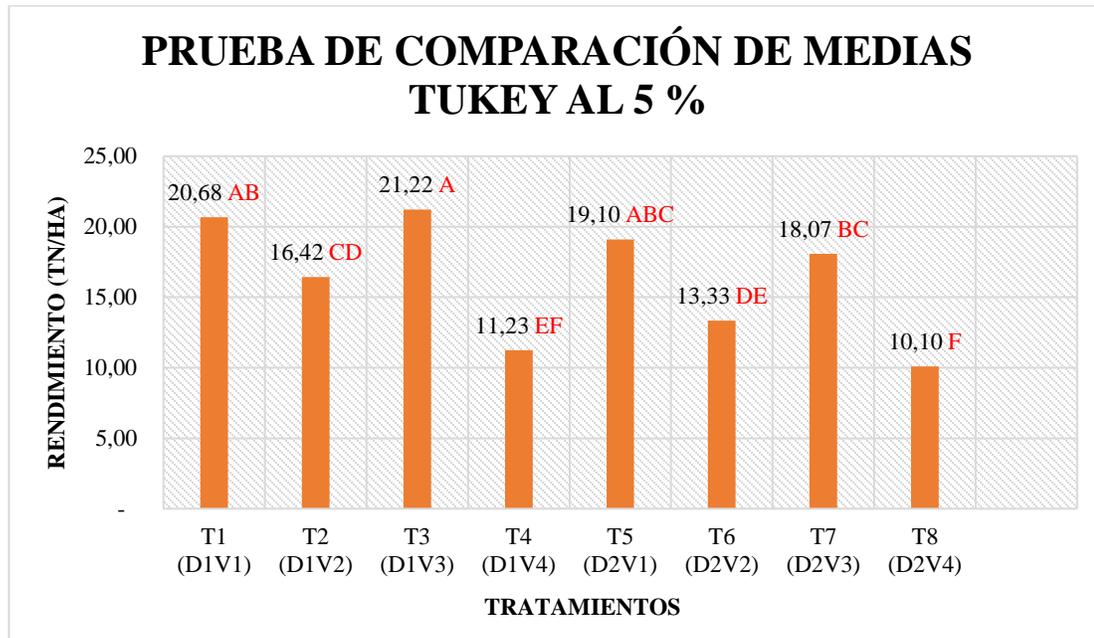
El rendimiento de la papalisa depende de factores: cultivares de papalisa, tubérculo semilla, área de cultivo, dosis de fertilización orgánica y química, aprovechamiento de la fertilización orgánica dejada del anterior cultivo, cantidad de estiércol utilizado, de las labores culturales (Quispe, 2012).

Cuadro 25. Análisis de varianza (ANOVA)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	381,85	54,55	64,34	2,76	4,28
BLOQUES	2	7,95	3,98	4,69	3,74	6,51
ERROR	14	11,87	0,85			
FACTOR DENSIDAD (D)	1	30,08	30,08	35,48	4,60	8,86
FACTOR VARIEDAD (V)	3	346,94	115,65	136,40	3,34	5,56
INTERACCIÓN (D / V)	3	4,83	1,61	1,90	3,34	5,56
TOTAL	23	401,67				
C. V. =	5,66					

El cuadro 25 para la variable de rendimiento, evidencia que las diferencias en los tratamientos tanto en los actores son muy diferentes por lo que se ve efecto significativo en los tratamientos, de igual manera en los factores, (densidad * variedad), sin embargo, no se aprecia diferencias significativas en los bloques ni en la interacción de los factores anteriormente mencionados, por lo tanto, se amerita realizarse una prueba de comparación de medias para los tratamientos, factor densidad y factor variedad. Por otro lado, se observa que el coeficiente variación alcanzó los 5,66 dando a entender que el conjunto de datos fue homogéneo.

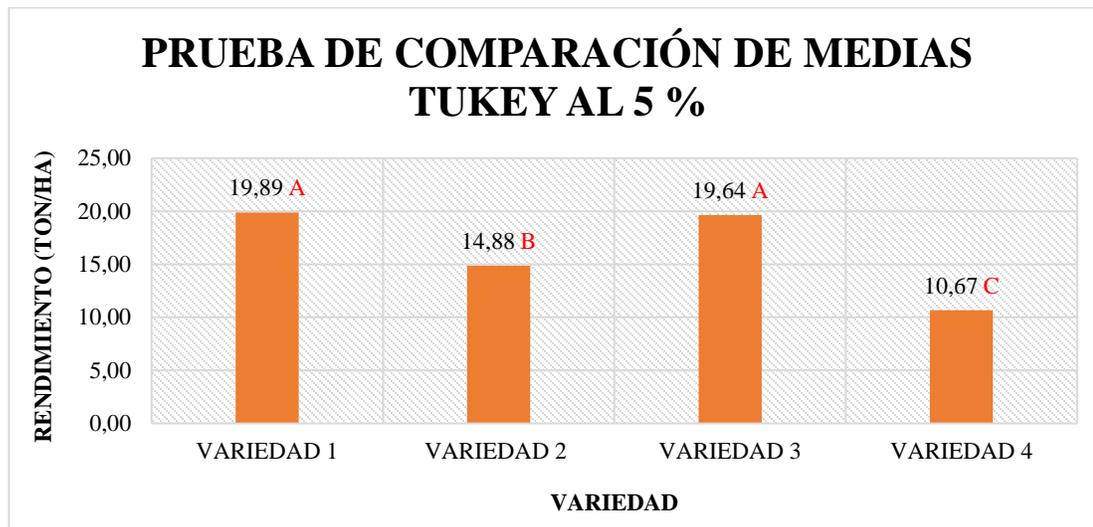
Gráfica 2. Prueba de comparación de medias Tukey (Tratamientos)



En la prueba de comparación de medias, para los tratamientos se puede observar que el mejor tratamiento es el tratamiento T3 (D1V3) seguido de los tratamientos T1 (D1V1), T5 (D2V1) con promedios bordeando las 20 toneladas por hectárea, sin embargo, los demás estuvieron por debajo, y el tratamiento T8 (D2V4, fue el que estuvo con el promedio más bajo siendo este el tratamiento menos recomendado con 10,10 toneladas por hectárea.

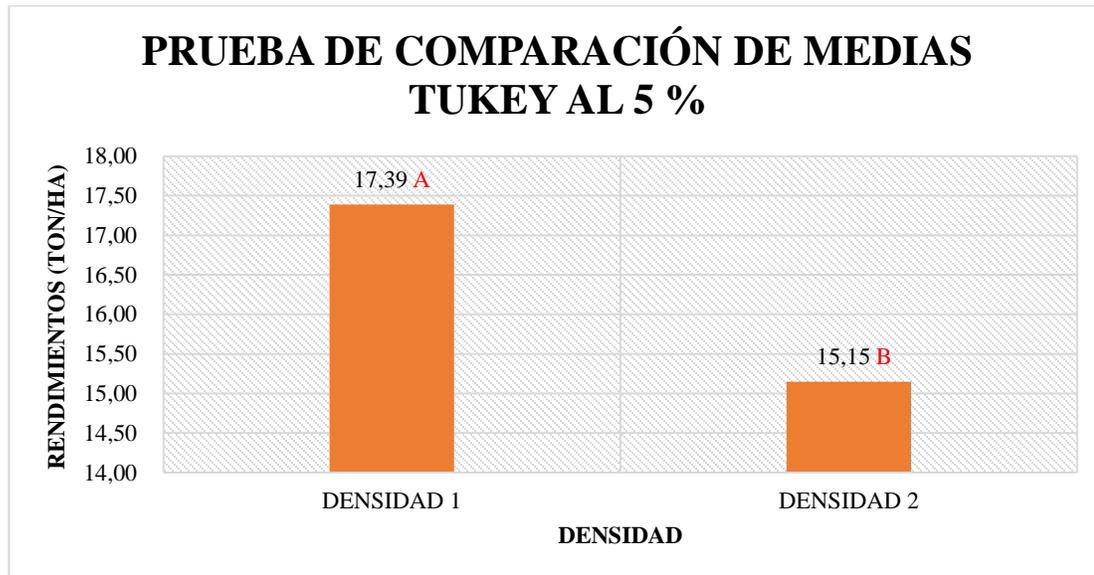
La estimación de rendimientos, cuando la cosecha es buena y las condiciones climáticas y edáficas son favorables, la relación de rendimiento es 1:32 decir una arroba de semilla produce 32 arrobas en la cosecha. Y en años desfavorables el rendimiento es de 1:4. Con rendimiento promedio que fluctúa entre los 10.000 Kg./ha, 25.000 Kg./ha, pudiendo llegar hasta los 45.000 Kg./ha. Los rendimientos a nivel agricultor están por debajo de estos límites (Seminario, 1984, Citado por Quispe, 2012).

Gráfica 3. Prueba de comparación de medias Tukey (Variedad)



El gráfico 3, para el factor variedad evidencia que los promedios fueron variados, donde se observa que la mejor variedad fue la variedad 1 junto a la variedad 3 con promedios que superaron las 19 toneladas por hectárea representados por la letra A, a diferencia de las variedades 2 y 4 que obtuvieron promedios menores por debajo de las 15 toneladas por hectárea, representados por la letra B y C respectivamente.

Gráfica 4. Prueba de comparación de medias Tukey (Densidad)



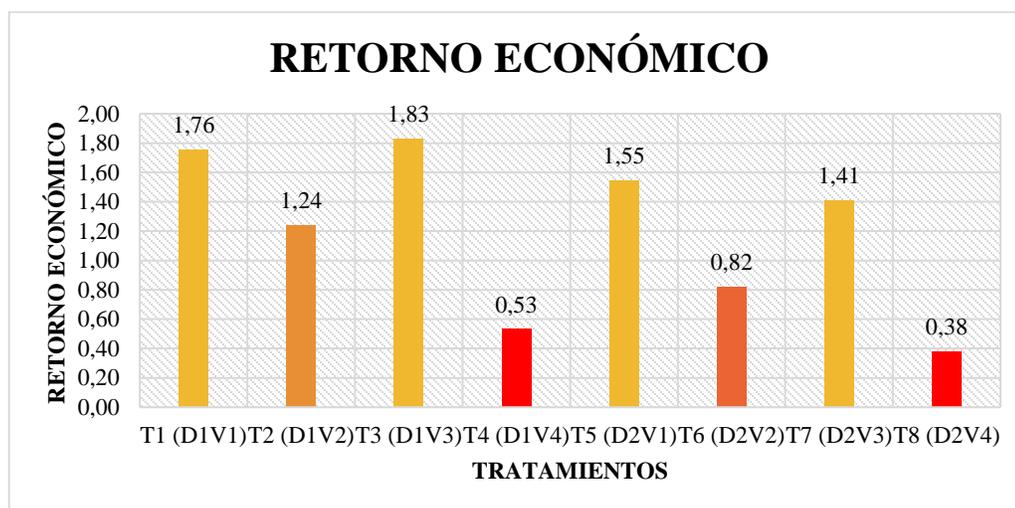
En el gráfico 4, para el factor densidad podemos apreciar que la densidad 1 obtuvo el mejor promedio con 17,39 toneladas por hectárea representado por la letra A, a diferencia de la densidad 2 que alcanzó un promedio de 15,15 toneladas por hectárea representado por la letra B, habiendo una diferencia de poco más de las 2 toneladas por hectárea.

Al respecto Quispe (2012), con densidades menciona que los rendimientos dependen de muchos factores externos, por su parte en su trabajo de investigación alcanzó rendimientos de poco más de 6 toneladas por hectárea utilizando una densidad con un marco de plantación distancia planta/planta de 0,30 m.

Cuadro 26. ANÁLISIS ECONÓMICO (B / C)

TRATAMIENTO	Coste Total (Bs)	Beneficio (Bs)	Beneficio/Costo
T1 (D1V1)	37502,67	65897,33	1,76
T2 (D1V2)	36659,33	45440,67	1,24
T3 (D1V3)	37502,67	68597,33	1,83
T4 (D1V4)	36659,33	19490,67	0,53
T5 (D2V1)	37502,67	57997,33	1,55
T6 (D2V2)	36659,33	29990,67	0,82
T7 (D2V3)	37502,67	52847,33	1,41
T8 (D2V4)	36659,33	13840,67	0,38

Gráfica 5. Retorno económico



El Cuadro 26, de relación beneficio / costo muestra que los tratamientos con $B/C > 1$; tienen un retorno económico y si los tratamientos con $B/C < 1$, no tienen retorno económico, y en este Cuadro se puede apreciar que todos los tratamientos tienen un retorno económico, con excepción de los tratamientos T4 (D1V4) y T8 (D2V4) que no tienen retorno económico aceptable con un 0,53 y 0,38 Bs respectivamente y curiosamente ambos son conformados por la variedad 4. Por otro lado, el resto de los tratamientos si tuvieron un retorno con valores superiores a 1,24 Bs, y con 1,83 Bs de retorno económico en el tratamiento T3 (D1V3) y por detrás los tratamientos T1 (D1V1) con 1,76 Bs y el tratamiento T5 (D2V1) con 1,55 Bs siendo estos mejores

tratamientos con mayor retorno, tal como se aprecia en el Gráfico 5 anteriormente presentado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En cuanto a las alturas promedio que se midió desde la emergencia hasta la madurez fisiológica el comportamiento fue muy similar entre todos los tratamientos con alturas de 35 centímetros hasta poco menos de los 45 centímetros, con excepción del tratamiento 2 T2 (D1V2) que tuvo la altura más baja por debajo de los 35 centímetros, sin embargo, estadísticamente no se observaron diferencias significativas por los que definimos que los tratamientos son estadísticamente iguales.

- Con relación al rendimiento observado si se tuvo grandes diferencias entre los valores, lo que muestra que, si se tuvo influencia de los tratamientos, así como también en los factores, donde se pudo observar el mejor rendimiento con el tratamiento T3 (D1V3) con un rendimiento de 21,22 toneladas por hectárea, también se vio que la densidad 1 fue el que mejor rendimiento alcanzó con 17,39 toneladas por hectárea, y en cuanto a las variedades se pudo evidenciar que los mejores rendimientos fueron alcanzados por las variedades 1 y 3 con 19,89 ton/ha y 19,64 ton/ha respectivamente siendo las variedades más recomendadas para obtener mejores rendimientos.

- En cuanto a la relación beneficio costo se pudo observar que la mejor utilidad alcanzó los 1,83 Bs de retorno económico en el tratamiento T3 (D1V3) y por detrás los tratamientos T1 (D1V1) con 1,76 Bs y el tratamiento T5 (D2V1) con 1,55 Bs, siendo los más recomendados, a diferencias de los demás tratamientos que alcanzaron retornos muy bajos y sin mucha utilidad.

- En cuanto al comportamiento de la variedad dos de las variedades son las que mostraron un mejor comportamiento con diferencias claras durante el desarrollo vegetativo, y mucho más en el rendimiento, las variedades 1 y variedad 3 son las que alcanzaron rendimientos superiores a las 19 toneladas por hectárea, a diferencia de las variedades 2 y 4 las cuales tuvieron un rendimiento inferior a las 15 toneladas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar cualquiera de los tratamientos en cuanto a la emergencia y desarrollo vegetativo, sin embargo, para obtener mejores rendimientos o un mayor ingreso económico es necesario considerar cada factor independientemente.
- Se recomienda utilizar la densidad 1 ya que esta mostró un mejor rendimiento, con poco más de las 17 toneladas por hectárea, a diferencia de la densidad 2 donde se observó un promedio de 15,15 toneladas por hectárea. Asimismo, con relación a la variedad las variedades más recomendadas son las variedades 1 y 3 (jaspeado y amarillo), que alcanzaron los mejores rendimientos con poco más de las 19 toneladas por hectárea en promedio.
- Respecto a la relación beneficio costo, se recomienda utilizar el tratamiento T3 (D1V3) ya que este alcanzó el retorno más alto con 1,74 Bs, sin embargo, cabe considerar a los tratamientos T1 (D1V1) con 1,69 Bs y el tratamiento T5 (D2V1) con 1,65 Bs, siendo los que más cerca estuvieron del mayor retorno.