

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago (FAO, 2008).

Hoy en día una de las mayores preocupaciones de la humanidad es el abastecimiento alimentario, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que las tierras cultivables disminuyen a ritmos vertiginosos como consecuencia de una política agrícola descontrolada (FAO,1995). Ante esta realidad, en los últimos años se han venido buscando alternativas y nuevas medidas agroecológicas de producción que permitan contrarrestar las tendencias negativas de las malas prácticas agrícolas modernas.

El paso hacia una agricultura sostenible es necesidad inmediata, pues satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de cubrir sus propias necesidades, al ser orgánicamente apropiada, viable socialmente justa y culturalmente adecuada.

La posible contaminación del medio ambiente que se puede provocar con el uso de altas dosis de la fertilización mineral ha hecho cada vez más frecuente y atinado el empleo de abonos orgánicos, como vía para el suministro a las plantas de los nutrimentos que necesita. La utilización de los biofertilizantes no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino permitir que la fertilización sea más eficiente y puedan disminuirse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes por las plantas (Walker, Safir y Stephenson, 1990).

Según Lauro Luján Claire (1995), afirma que en esta última década del siglo XX la población mundial se alimenta básicamente de Trigo, Arroz, Maíz y Papa.

la papa es el producto de mayor consumo nacional, constituyéndose en alimento básico de la población boliviana, es un cultivo tradicional de la región altiplánica y valles; sin embargo, su cultivo fue introducido con mucho éxito a la región de valles meso térmicos y en los llanos de Santa Cruz, donde se logran rendimientos expectables por la fácil adaptación de variedades introducidas principalmente de Holanda.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*), es una actividad a la cual los pequeños y medianos agricultores del país se han dedicado desde hace ya varios años. Esta hortaliza ha llegado a adquirir una gran importancia tanto para consumo como para la industria. El tubérculo constituye desde épocas pasadas hasta la actualidad en un producto de amplio consumo nacional en todos los estratos de la sociedad.

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Bolivia es de fundamental importancia para los agricultores y consumidores. Constituyéndose en el principal rubro para la mayoría de los agricultores, y es que un producto de elevado consumo. A nivel mundial ocupa el cuarto lugar entre los alimentos básicos después del trigo, arroz y maíz, de la misma manera en el departamento de Tarija la papa es un cultivo de seguridad alimentaria, tanto por el incremento de la superficie cultivada como la demanda de la gente por este tubérculo, es un proveedor del departamento de Santa Cruz especialmente a principios de temporada.

Los fertilizantes son uno de los factores que se deben tomar muy en cuenta en todos los cultivos ya que de eso depende el éxito del rendimiento que se quiere obtener. Para esto se utilizan fertilizantes sintéticos y también orgánicos tales como la urea, fosfato diamónico, guano, bocashi, bioles, etc.

Entre los fertilizantes sintéticos como la urea encontramos una gran concentración de nitrógeno, capaz de proveer a la planta de ese esencial nutriente, por otro lado, vemos el fosfato di amónico considerado fertilizante complejo que es capaz de proveer de tres nutrientes esenciales como son el nitrógeno, fósforo y potasio (NPK).

2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los más importantes en la región Andina boliviana, tanto por su valor como cultivo de seguridad alimentaria y por su condición de centro de domesticación de una diversidad de papas nativas.

La necesidad de optimizar los recursos económicos en la adquisición y compra de productos químicos y orgánicos.

En la agricultura actual se está dando gran importancia a este tipo de abonos y cada vez más se están utilizando. Para concientizar al agricultor de los beneficios y ventajas que presentan los abonos orgánicos y químicos como ser la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo para la producción de los diferentes cultivos del Valle Central de Tarija.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si vemos el suelo como organismo vivo con microorganismos que conviven y se desarrollan de manera equilibrada es posible ofrecer al suelo una fertilización orgánica como una alternativa más amigable al suelo basados en la manutención de los ecosistemas. De esta manera observando nuestros suelos en Tarija, vemos que el problema central es el mal manejo de técnicas de producción del cultivo y el manejo inadecuado e insostenible de la fertilidad de los suelos cultivable y más aun con los suelos que tenemos, de tal modo con el presente trabajo se pretende comparar una fertilización basado en un fertilizante orgánico con una fertilización convencional utilizando niveles de fertilización de tal forma que se obtenga un resultado eficiente en el suelo y en los rendimientos.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto que tiene la incorporación de Urea, Fosfato Diamónico (18-46-00) y Biocat-15 (fertilizante orgánico) en distintas dosificaciones y el desarrollo productivo alcanzado en el cultivo de papa consumo (*Solanum tuberosum* L.) variedad Desirée, en el Centro Experimental de Yesera Sur.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar las respuestas de los tres niveles de fertilización referido al rendimiento de la papa.
- Evaluar el comportamiento de la Urea, Fosfato Diamónico (18-46-00) y Biocat-15 como fertilizante y abono orgánico en el rendimiento de la papa en las condiciones de ensayo.
- Generar información técnica que promueva la difusión y utilización de los productos Orgánicos y Químicos como alternativa.

5. HIPOTESIS

En la producción de papa de la variedad Desireé la aplicación de abonos orgánicos y químicos influye en el incremento del rendimiento.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. CULTIVO DE LA PAPA

1.1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PAPA

La historia de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago.

En el continente americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de convertirse, en los milenios siguientes, una asombrosa variedad de cultivos del tubérculo. En realidad, lo que hoy se conoce como "papa" (*Solanum especie tuberosum*) contiene apenas un fragmento de la diversidad genética de las siete especies reconocidas de papa y las 5.000 variedades que se siguen cultivando en los Andes (FAO, 2008).

1.1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA PAPA.

Guirola Victor & Valdez, (2009) la papa es una planta suculenta, herbácea, que presenta tubérculos (tallos subterráneos), los cuales se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Los tallos aéreos son de sección angular, y entre las axilas de las hojas y los tallos se forman ramificaciones secundarias.

Las raíces se desarrollan en verticilo, en los nudos del tallo principal, su crecimiento primero es vertical dentro de la capa de suelo arable y luego es horizontal de 25-50 cm, y algunas veces, cuando el suelo lo permite, es nuevamente vertical hasta 90 cm.

Las hojas son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto de simples, luego vienen las hojas compuestas, imparipinnadas con 3-4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden.

La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada del color blanco a la púrpura, con 5 estambres. Cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular.

El fruto es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, color verde, verde-amarillento o verde azulado. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas.

El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado. En la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos).

Una yema representa una rama lateral del tallo subterráneo. El tubérculo es un sistema morfológico ramificado; los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo (donde va inserto el estolón) hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes.

1.1.3. TAXONOMÍA DE LA PAPA

Reino	Vegetal
Phylum	Teleomorphytae
División	Tracheophytae
Sub División	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Sub Clase	Dicotyledoneae
Grado evolutivo	Metachlamydeae
Grupo de Órdenes	Tetracíclicos
Orden	Polemoniales
Familia	Solanaceae
Nombre científico	<i>Solanum tuberosum</i> L.
Nombre común	Papa

(Herbario Universitario T.B., 2020)

1.1.3.1. Descripción de la Variedad Desireé.

Corresponden a la variedad de papa “Desireé” categoría 3 Registrada

Variedad: Desireé

Cruzamiento: Urgente x Despesche

Planta:

Follaje: Se desarrolla rápido cubre bien el terreno

Madurez: Temprana- semillerista

Rendimiento: Elevado

Tubérculo:

Piel: Roja

Pulpa: Amarilla clara

Forma: Oval alargada

Ojos: Superficial

Calidad de conservación: Muy fácil

Usos: Arte culinario.

Fuente: Krarup, C. y P. Konar (1997),

1.1.4. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA PAPA

La importancia de la papa en Bolivia es muy grande debido a que gracias a este cultivo se sostiene gran parte de la población del país. El cultivo de la papa con buenas prácticas agrícolas, incluida la irrigación cuando sea necesaria, una hectárea de papas en las regiones templadas del norte de Europa y de América del Norte, puede producir más de 40 toneladas de tubérculos frescos a cuatro meses de la siembra. Sin embargo, casi en todos los países desarrollados la producción promedio es mucho más baja, desde escasas 5 hasta 25 toneladas, debido a la falta de semillas

de buena calidad y de cultivares mejorados, a un uso inferior de fertilizantes e irrigación, y a problemas de plagas y enfermedades (FAO, 2008).

Según menciona la FAO, (2008) hoy en día la patata constituye un alimento fundamental en la dieta del hombre, además se emplea como planta forrajera e industrial suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol. A continuación, se muestra la evolución del cultivo de la patata en el mundo.

1.1.4.1. Importancia económica de la papa

Países	Producción (toneladas)	Superficie cultivada (hectáreas)	Rendimiento (Kg/ha)
China	65.052.119	4.401.727	147.788
Federación de Rusia	31.900.000	3.229.000	98.792
India	24.000.000	1.410.000	170.213
Estados Unidos	21.011.030	516.590	406.725
Ucrania	16.100.000	1.600.000	100.625
Polonia	15.441.535	811.979	190.172
Alemania	11.491.694	284.078	404.526
Países Bajos	7.363.000	160.500	458.754
Francia	6.762.606	161.727	418.150
Reino Unido	6.375.000	159.000	400.943
Turquía	5.000.000	200.000	250.000
Canadá	4.645.600	170.200	272.949
Rumania	4.000.000	270.000	148.148
Rep. Islámica de Irán	3.500.000	175.000	200.000
Perú	3.299.159	271.185	121.657
Bangladesh	3.216.000	248.988	129.163
España	3.103.500	113.600	273.195
Japón	2.980.000	98.000	304.082
Brasil	2.865.080	153.004	187.255
Bélgica-Luxemburgo	2.796.000	63.000	443.810
Colombia	2.697.980	162.626	165.901
Kazajstán	2.257.000	162.500	138.892
Argentina	2.132.504	83.000	256.928
Italia	2.074.914	80.061	259.167
Egipto	1.903.130	79.716	238.739

(INTAGRI, 2017)

1.1.5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA PAPA

1.1.5.1. Tubérculos

La planta tiende a producir tubérculos de tamaño medio a grandes (12-15 x 6-8 cm), uniformes, de forma oval-alargada, piel roja, pulpa amarilla clara y ojos superficiales. Sus brotes son de tamaño pequeño, ovoidales y con pigmentación antociánica media (INNOVAGRO, 2012).

1.1.5.2. Hoja

Las hojas son compuestas, con 7 a 9 foliolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial. Presentan pelos o tricomas en su superficie, en grado variable dependiendo del cultivar considerado. Los tricomas pueden ser uniseriados, glandulares y con una cabeza pluricelular más o menos esférica (INTA, 2015).

1.1.5.3. Tallos Aéreos

Estos tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo utilizado como semilla, son herbáceos, succulentos y pueden alcanzar de 0,6 a 1,0 m de longitud; además, son de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo púrpureo. Pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de la planta. Los entrenudos son alargados en la subespecie andigena y más bien cortos en la subespecie tuberosum. En la etapa final del desarrollo de las mismas, los tallos aéreos pueden tornarse relativamente leñosos en su parte basal.

Solanum tuberosum, aspecto de la parte basal de la planta, en la que se muestran los tallos aéreos, los rizomas, los tubérculos y las raíces. En negro, el tubérculo "madre" o "semilla" que dio origen a la planta (Morales, 2015).

1.1.5.4. Rizomas

Estos brotes producirán los tallos aéreos de la planta. Se observan las raíces adventicias pequeñas en la base de los brotes. Rizomas Estos tallos rizomatosos están formados por brotes laterales más o menos largos que nacen de la base del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde subnudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma, en tanto, a través de un engrosamiento en su extremo distal, genera un tubérculo (Morales, 2015).

1.1.5.5. Raíz.

La raíz tiene un sistema radical fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas. A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento (INTA, 2015).

1.1.5.6. Inflorescencia y Flor.

La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde una hasta 30, siendo lo más usual entre 7 y 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciados por el cultivar. Aproximadamente en el momento en que la primera flor está expandida, un nuevo tallo desarrolla en la axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia. Las flores tienen de tres a cuatro cm de diámetro, con cinco pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las cinco anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo

y presentan una longitud de cinco a siete mm. El estigma generalmente es excerto más allá del anillo de anteras. La corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul, borra vino y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes. Las anteras son de color amarillo brillante, excepto en los clones androestériles en los cuales adoptan un color amarillo claro o amarillo verdoso. Los estigmas son usualmente de color verde, a pesar que algunos clones pueden presentar estigmas pigmentados (Morales, 2015).

1.1.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

La información presentada por CIP (2015), que sostiene que la papa es susceptible a varias enfermedades causadas por bacterias y hongos, tales como:

- **El Tizón Tardío**, *racha* o *mildium* de la papa,

Provocado por el hongo *Phytophthora infestans*; destruye las hojas y el tubérculo en la última fase de su crecimiento, manifestándose en necrosis de las hojas, manchas de un color plateado y destrucción de tejidos de los tubérculos. Fue el responsable de la Gran Hambruna Irlandesa de 1840.

- **El Tizón Temprano de la Papa**

El Tizón temprano, nombre científico: *Alternaria solani*. Síntomas: las lesiones son más frecuentes en las hojas viejas de la parte inferior de la planta, como pequeñas manchas secas que al avanzar toman la forma de un tiro.

Transmisión: tubérculos infectados. Órganos que ataca: follaje y tubérculos

Momento del ciclo: en general aparece hacia los 90 días de cultivo.

Condiciones predisponentes: temperaturas entre 25°C a 28°C favorecen el rápido desarrollo de la enfermedad.

- **La fusariosis**

La Sarna negra

La sarna común

La podredumbre blanda y "pierna negra" o "pie negro".

1.1.7. PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

1.1.7.1. El suelo y la preparación de la tierra

Las papas pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos. Los suelos naturalmente suelos, que ofrecen menos resistencia al crecimiento de los tubérculos, son los más convenientes, y los suelos arcillosos o de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se considera ideal un pH de 5,2 a 6,4 en el suelo.

El cultivo de papas requiere una gran preparación del suelo. Es necesario rastrillar el suelo hasta eliminar todas las raíces de la maleza. Por lo general es necesario arar tres veces, rastrillar con frecuencia y aplicar el rodillo, para que el suelo adquiera la condición adecuada: suave, bien drenado y bien ventilado (FAO, 2008).

1.1.7.2. La siembra y densidad

Por lo general no se lleva a cabo con semillas, sino con "papas semillas", que son pequeños tubérculos o fragmentos de éstos, los cuales se introducen a una profundidad de 5 a 10 centímetros en la tierra. La pureza de los cultivares y la salud de los tubérculos semilla son esenciales para obtener una buena cosecha. El tubérculo semilla debe estar libre de enfermedades, tener buenos brotes y pesar de 30 a 40 gr. El uso de semilla comercial de buena calidad puede aumentar la producción del 30 % al 50 %, en comparación con la semilla del agricultor, pero las ganancias previstas deben compensar el costo más elevado (FAO, 2008).

La densidad de cada hilera de papas depende del tamaño de los tubérculos, y el espacio entre las hileras (véase abajo) debe permitir el aporque del cultivo. Por lo general se siembran unas dos toneladas de papas semillas por hectárea. En las zonas áridas de secano, el cultivo de papa en suelos planos produce cosechas más abundantes (gracias a una mejor retención de la humedad en el suelo), mientras que en condiciones de regadío la papa se cultiva principalmente en camellones (FAO, 2008).

1.1.8. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS CLIMÁTICAS

1.1.8.1. 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 de clima tropical cálido se siembra durante los meses más frescos del año. La papa es considerada una planta termoperiódica, 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 adecuada para el desarrollo de tubérculos debe ser de 10 a 16 °C durante la noche y de 16 a 22 °C en el día (INTAGRI, 2017).

1.1.8.2. Agua

Los requerimientos hídricos varían entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, lo cual dependerá de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad. Las mayores demandas existen en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que es necesario efectuar algunos riegos secundarios en los períodos más críticos del cultivo, cuando no se presenta precipitación (INTAGRI, 2017).

1.1.8.3 Luz

Después de la emergencia del tubérculo, el cultivo requiere bastante luminosidad. Además, la luminosidad de las plantas afecta directamente en los procesos fotosintéticos, dando origen a una serie de reacciones secundarias entre las que intervienen agua y CO₂, los cuales ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares, que a su vez forman parte de los tubérculos. La cantidad de luz necesaria varía según la temperatura, por lo que para una óptima producción, la papa requiere de periodos aproximadamente de 8 a 12 e incluso 16 horas de luminosidad (20,000 a 50,000 Lux) según la variedad cultivada. La cantidad de luz tiene gran influencia en la tuberización de la papa y duración del crecimiento vegetativo. Días cortos favorecen el inicio de la tuberización y acortan el ciclo vegetativo, en cambio días largos tienen el efecto inverso (INTAGRI, 2017).

1.1.9. FERTILIZANTES

Se denomina fertilizante a cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante. Fertilizantes fabricados industrialmente (Fertilizantes químicos (FAO)).

1.1.9.1. Fertilizantes químicos

Los fertilizantes inorgánicos pueden ser simples o complejos, son simples cuando poseen un solo nutriente y son complejos cuando contienen varios nutrientes dentro del fertilizante.

- **Fertilizante simple.** Si nos referimos a la Urea es un fertilizante simple con 46 por ciento de N, es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de N. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire.

La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuándo la lluvia se espera en pocas horas después de la aplicación (INFOAGRÓNOMO, 2021).

- **Fertilizante complejo.** Se denomina fertilizante complejo a un fertilizante compuesto por varios nutrientes. El fosfato diamónico (DAP) es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. Está hecho de dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas, además de estar compuesto por tres nutrientes NPK (Alvarado, 2012).

1.1.9.1.1. Ficha técnica de la Urea

FICHA TECNICA UREA GENERALIDADES DE LA UREA

NOMBRE COMERCIAL: UREA
NOMBRE GENÉRICO: UREA
FÓRMULA COMERCIAL: 46-0-0
REGISTRO ICA: 10347
COMPOSICION:

NUTRIENTE	NOMINAL (%)	MÍNIMO	METODO ANALÍTICO
Nitrógeno Total (NT9)	46.0	45.12	NTC 370
Nitrógeno Ureico (NH)	46.0	45.12	NTC 370
Biuret	1.5	-	NTC 354
Humedad	1.0	-	Gravimétrico

Criterio de aprobación y rechazo de acuerdo con resolución ICA 0150 del 21 de enero del 2003 o según NTC 1061 abonos o fertilizantes. Tolerancia (99-10-27)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

PRESENTACIÓN FÍSICA:	Sólido granulado
PH:	8-10
Densidad a granel:	768Kg/mt ³
Característica	Fertilizante con alto contenido de Nitrógeno
Solubilidad en agua (30°C)	99g/100mL
Disponibilidad en el suelo: Fertilizante adecuadamente soluble que proporciona una liberación rápida y continua de los nutrientes que contiene la UREA	

GRANULOMETRÍA

Tamiz TYLER No.	% Partículas
1.-4mm	2.0
2.4-3mm	94.0
3.3-2mm	4.0
4.2-1mm	0.0
5.-1mm	0.0

El mayor porcentaje de partículas está en el tamiz 2 indicando que la mayoría de las partículas miden de 3 a 4 mm.

APLICACIÓN

Fertilizante para la aplicación directa al suelo. Puede utilizarse como materia prima para otros fertilizantes.

Es recomendable tener en cuenta la prescripción de un ingeniero agrónomo basado en un adecuado y oportuno análisis de suelo o de tejido foliar.

EMPAQUE

El producto es envasado en empaques laminados con polietileno interno en presentaciones de 50kg de contenido neto. Este sistema permite buena conservación y fácil manejo del producto.

ALMACENAMIENTO

Se debe almacenar en un lugar seco con ventilador para evitar el exceso de polvo. No arrumar directamente en el suelo se debe hacer sobre estibas secas. No dejar a la intemperie. Se debe separar de materiales orgánicos y de otras sustancias como oxidantes, líquidas, inflamables, ácidos, y combustibles. Su almacenamiento no debe ser mayor a 6 meses.

TRANSPORTE

Transportar en vehículos con carrocería o carpas que permitan proteger los sacos de la lluvia. El vehículo debe estar limpio y libre de humedad. Evitar colocar objetos combustibles inflamables sobre los sacos. Evitar que los sacos entren en contacto con objetos corto punzante.

1.1.9.1.2 Ficha técnica 18-46-00

Concepto: Fosfato Diamónico. Es un fertilizante complejo granulado para aplicación al suelo con una alta concentración integral de Nitrógeno y Fósforo.

Fosfato Diamónico. El fosfato diamónico DAP Di fosfato de amonio llamado DAP (por sus siglas en inglés) es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. Está hecho de dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas. Es un producto que está siendo muy usado y preferido por los agricultores, especialmente en las regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos.

Sumario

1. Propiedades Físicas.
2. Propiedades químicas.
3. Comportamiento del Suelo.
4. Prácticas de manejo.
5. Uso no Agrícola.
6. Uso Agrícola.
7. Producción del Fosfato Amónico.
8. Fuente.

Propiedades Físicas

Fosfato Diamónico Él es un cristal blanco granular con densidad relativa de 1.619 g/cm³ y punto de fusión a 155°C. Es soluble en agua con valor de pH de solución acuosa al 1% de 8.0, pero insoluble en alcohol. Cuando es expuesto al aire, pierde gradualmente el amoniaco para obtener amonio dihidrógenofosfato.

Propiedades químicas

Dentro de las propiedades químicas tenemos Fórmula química: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
 Contenido de N: 18% Contenido de: P_2O_5 46% Solubilidad en agua: (20 °C): 588 g/L
 pH solución: 7.5 a 8

1.1.9.2. Fertilizantes orgánicos

1.1.9.2.1. Importancia de los abonos Orgánicos y Químicos

El uso de los abonos orgánicos contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos. Se han desarrollado sistemas de producción alternativos, caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de fuentes de materia orgánica manteniendo la fertilidad de la tierra como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes. Con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH. (Yanque, 2014).

1.1.9.2.2. Ficha técnica biocat-15

Descripción BIOCAT-15

- Es una enmienda húmica líquida procedente de materia orgánica de origen vegetal.
- Al contrario que los productos procedentes de leonardita, tiene un mejor equilibrio entre el contenido de ácidos húmicos y ácidos fulmínicos.
- Los ácidos húmicos contribuyen a la mejora de la estructura del suelo y los ácidos fulvicos desempeñan un papel hormonal y como complajentes de cationes metálicos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Aspecto: liquido

Color: negro

Densidad: 1,11 gr/cc.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Extracto químico total

Ácidos húmicos

Ácidos fulvicos

PH >12

15%p/p

7%p/p

8%p/p

FORMATOS COMERCIALES

1Lt 5Lt 25Lt 210Lt

CULTIVOS Y DOSIS

Hortalizas: 75-80 Lt/Ha y año

Aguacates y chirimoyos: 150-300 cc/árbol y año

Uva: 30-60 cc/cepa y año

Cítricos: 125-175 cc/árbol y año

Ornamentales: 100 Lt/Ha y año

Crisantemos: 100Lt/Ha y año

Platanera y banano: 75-90 cc/planta y año

Tabaco: 55-65 Lt/Ha y año

Papaya: 75-90 cc/planta y año

Piña: 10-25 Lt/Ha y ciclo

COMPATIBILIDADES

No mezclar con productos de reacción acida ni con productos de calcio, salvo que este vaya quelatado.

Comportamiento del Suelo

El Fosfato Diamónico DAP es considerado un fertilizante como fuente de Fósforo, sin embargo, la presencia de Nitrógeno en esta fórmula compleja, tiene un efecto sinergizante, ya que favorece al aprovechamiento de este macro elemento (P). Este efecto es debido a que el Amonio (NH_4^+) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo (P_2O_5). El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del fósforo haciéndolo disponible para la planta. Por su alto aporte de nutrientes primarios, el Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante complejo ideal para ser aplicado solo o en mezclas. Dado su alto aporte de Fósforo (46%) es un componente imprescindible para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización mezclas físicas. El Fosfato Diamónico (DAP) es recomendable ser aplicado en los programas de fertilización de manera especial en las etapas de establecimiento de los cultivos (siembra y/o trasplante), ya que, por tener solo una molécula de amonio, este producto es menos agresivo con las semillas durante el proceso de germinación y sobre plántulas recién trasplantadas (Alvarado, 2012).

Prácticas de manejo

Existen diferencias en la reacción química inicial en el suelo entre los diversos fertilizantes fosfatados comerciales, pero estas diferencias disminuyen con el tiempo (en un lapso de semanas o meses) y son mínimas en cuanto a nutrición de las plantas se refiere. La mayoría de las comparaciones de campo entre DAP y fosfato mono amónico (MAP) muestran diferencias menores o no presentan diferencias en el crecimiento de las plantas y los rendimientos debidas a la fuente de P si el manejo es el adecuado.

Uso no Agrícola

El DAP es utilizado en muchas aplicaciones como retardante del fuego. Por ejemplo, una mezcla de DAP y otros ingredientes se puede arrojar con anticipación al avance del fuego para evitar que arda un bosque. Con posterioridad se convierte en una fuente de nutrientes después de que el peligro de incendio haya pasado. El DAP se utiliza en varios procesos industriales, tales como la terminación de metales.

Uso Agrícola

El DAP es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del DAP es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución. Como la disolución de gránulos del DAP libera amonio, el amoníaco volátil puede ser dañino para las plántulas y raíces de plantas cercanas. Este daño potencial es más común cuando el pH del suelo es superior a 7, una condición que comúnmente existe alrededor del gránulo del DAP en disolución. Para evitar la posibilidad de dañar las plántulas, se debe tener cuidado evitando colocar grandes cantidades del DAP concentrado cerca de la zona de germinación. El amonio presente en el DAP es una excelente fuente de N que es convertido gradualmente en nitrato por las bacterias del suelo, resultando en una disminución ulterior del pH. Por lo tanto, el aumento en el pH del suelo alrededor de los gránulos del DAP es un efecto temporal. Este aumento inicial del pH alrededor del DAP puede influir en las reacciones del microsítio entre fosfatos y la materia orgánica del suelo (Alvarado, 2012).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. Descripción del área de estudio

2.1.1.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en la Finca Delicia Condori Ríos en la comunidad de Yesera de la Provincia Cercado Del Departamento de Tarija a 28,5 Km de la ciudad capital.

Imagen N° 1 Satelital de la ubicación del área de investigación



La flecha representa la unidad experimental donde se llevó a cabo la presente investigación.

Latitud Sud: 21°17' y 24°24'

Longitud Oeste: 64°29' y 64°37'

Altura: 2.500 msnm

2.1.1.2. Características Climáticas.

La zona se caracteriza por tener un clima templado a cálido semiseco con veranos calurosos, otoño e invierno influenciados por vientos helados del sur la temperatura media es de 16.5; C; la precipitación varía entre los 650 a 750 mm. La humedad relativa alcanza hasta el 70%.

Geográficamente se encuentra ubicada entre los paralelos 21°17'20" y 21°28'10" de Latitud Sur y meridianos 64°29'46" y 64°38'27" de Longitud Oeste, Altitud media: 2.200 m.s.n.m (Jimenez, 2019).

2.1.1.3. Suelos

Los suelos presentes en la cuenca del río Yesera, son en general de textura franca, su PH varía entre 6,4 y 7,5 no hay indicadores que muestren que las tierras presenten limitaciones en cuanto a sales. Los contenidos de materia orgánica y los principales nutrientes son muy bajos, solamente el potasio se encuentra todavía en cantidades suficientes, los contenidos de fósforo y nitrógeno son muy bajos. Tienen un nivel de fertilidad relativamente bajo y se encuentran en permanente proceso de degradación.

2.1.1.4. Vegetación

En la zona la vegetación es rala, la especie predominante es el churqui (*Acacia caven*), molle (*Echinuss molle*), algarrobo (*Prosopis alba*), jarca (*Acacia visco*), nogal (*Junglans australis*), sauce (*Salix humbold tiana*).

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Algarrobo	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
2	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
3	Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Poaceae
4	Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
5	Vid	<i>Vitis vinífera</i> L.	Vitaceae
6	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae
7	Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	Rosaceae
8	Sauce	<i>Salix</i> sp.	Salicaceae
9	Jarca	<i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb.	Leguminosae
10	Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
11	Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae

1.1.1.5. Actividad Económica.

La actividad económica de mayor predominancia es la producción de uva, papa con relación a las demás actividades agrícolas, luego están los frutales y algunas hortalizas y cultivos tradicionales para el autoconsumo.

1.1.1.6. Topografía y Fisiografía

El área se encuentra entre las grandes unidades del Valle Central de Tarija al oeste y de las serranías subandinas al este. Estas serranías forman la zona de transición entre los andes y el chaco.

La zona de la cuenca superior del río Yesera cuenta con un valle limitado por serranías, zonas de piedemonte y una llanura fluvio-lacustre ligeramente ondulada.

Las serranías con lutitas grises intercaladas con limolitas y delgados bancos de areniscas.

1.1.1.7. Geología

Las características geográficas que sobresalen en la zona, presentan un marcado predominio de los depósitos de lutitas, ordovícicas y una relativa aglomeración de antiguos sedimentos devónicos que conforman una secuencia gradual areno- pelítica, marina muy fosilífera.

2.1.2. Material Vegetal;

El material vegetal utilizado en el presente trabajo de investigación, fue semilla de papa de la Variedad Desiré.

2.1.3. Insumos; fueron adquiridos con sus respectivas fichas técnicas para garantizar su procedencia

Urea, Fosfato

Di amónico (18-46-00)

Biocat-15

2.1.4. Materiales y Equipo de Campo.

Para realizar el presente trabajo y lograr los mejores resultados posibles, se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ 1040m² de terreno (F.D.C.R)
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Estacas.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Tableros o letreros.
- ✓ Bomba para riego.
- ✓ Tractor o arado.
- ✓ Agua de riego
- ✓ Pintura.

Herramientas.

- ✓ Palas.
- ✓ Azadas.
- ✓ Hoz.
- ✓ Machetes.

2.2. METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones totalizando 27 unidades experimentales.

2.2.1. Descripción de los tratamientos

T1 (U50) = Consta de la aplicación de urea a 50 Kg/Ha.

T2 (F50) = Consta de la aplicación de Fosfato diamónico 50 Kg/Ha.

T3 (B15) = Consta de la aplicación de Biocat a 15 L/Ha

T4 (U100) = Consta de la aplicación de urea a 100 Kg/Ha.

T5 (F100) = Consta de la aplicación de Fosfato diamónico 100 Kg/Ha.

T6 (B20) = Consta de la aplicación de Biocat a 20 L/Ha

T7 (U150) = Consta de la aplicación de urea a 150 Kg/Ha.

T8 (F150) = Consta de la aplicación de Fosfato diamónico 150 Kg/Ha.

T9 (B25) = Consta de la aplicación de Biocat a 25 L/Ha

2.2.2. Diseño Experimental.

Datos:

Nº de unidades experimentales:	27
Largo de unidades experimentales:	3 m.
Ancho de parcela:	2,8 m.
Sup.de la unidad experimental:	8.4 m ² .
Nº de surcos/unidad experimental:	4.
Distancia entre líneas o surcos	0.70m.
Distancia planta a planta: Pl/Pl	0.30m.
Número de Tubérculos sembrados / línea	10 semillas
Número de Tubérculos sembrados/U.E.	40 semillas
Número de Tubérculos/Ensayo 27 U.E.	1.080 semillas

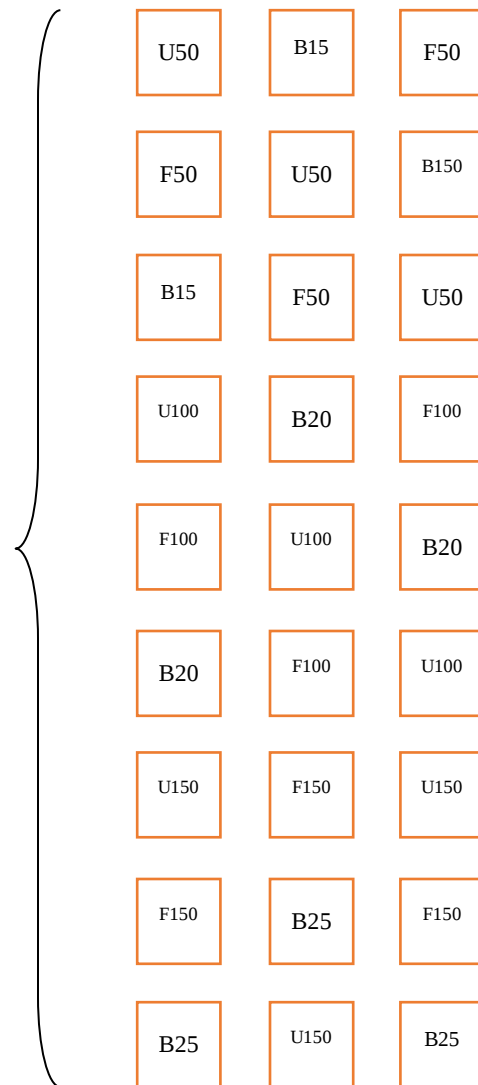
2.2.3. Características del Diseño.

Cada unidad experimental o parcela consta de la aplicación de urea, biocat-15 y Fosfato Diamónico (18-46-00) con tres niveles de fertilización respetando el diseño experimental

Cada tratamiento consta de 3 repeticiones.

Cada bloque consta de 3 tratamientos.

Diseño de campo



2.2.4. Variables Respuestas.

- Altura de planta (Cm).
- Número de tubérculos por planta.
- Rendimiento (Ton/Ha).

2.2.5. Labores Pre culturales

2.2.5.1. Riego Preemergencia

Se realizó el riego de preemergencia 8 días antes con el propósito de lograr que el suelo tenga humedad suficiente antes de la siembra mejorando la capacidad de campo, que se llevó a cabo el 12 de agosto de la gestión 2020.

2.2.5.2. Arado

Consistió en la roturación de la costra superior del suelo a fin de incorporar los residuos vegetales y mejorar la calidad del mismo que se llevó a cabo en fecha de 18 de agosto del 2020.

2.2.5.3. Rastreada

La labor de la arada se hizo a fin de desmenuzar el terreno para obtener una capa suelta en el terreno, labor que se realizó a 25 cm aproximadamente llevada a cabo en la gestión 2020 en fecha 18 de agosto.

2.2.5.4. Mensuras de las Unidades Experimentales

Se realizó en las mensuras de 27 Unidades con un ancho de parcela de 2.8 m y 3 m de largo por U.E con una Superficie Total de 8.4 m² teniendo 4 surcos /cada unidad experimental con distancias entre líneas de 0.70 m, así mismo se efectuó la medición de 0,30 m, para la distancia de planta a planta. Para la siembra de 10 semillas de tubérculos sembradas / línea.

2.2.5.5. Surcada

La surcada del terreno se realizó con animales en las 27 Unidades Experimentales con arado, en esta labor se consideró la variedad de papa Desiré que requirió de surcos entre 0.70 cm de ancho, por cuanto su follaje y el radio de distribución de los tubérculos, proceso realizado el 19 de agosto del 2020.

2.2.5.6. Dosificación de Fertilizantes

La incorporación de fertilizantes orgánicos y químicos se realizó sobre la base del análisis de suelo y requerimiento del cultivo, esta práctica se hizo en el momento de la siembra y el aporque, incorporando las cantidades correspondientes a cada una de las dosificaciones, proceso realizado dos veces durante la siembra el 50 % y durante el aporque el otro 50 %, en fechas de 20 de agosto la siembra y el 15 de septiembre el aporque.

Cuadro 1. Resultados del análisis químico del suelo

Nutrientes	Análisis químico de suelo	Interpretación
Materia Orgánica (MO %)	1,99	Alto
Nitrógeno (%)	0,131	Alto
Fósforo (ppm)	19,29	Muy Alto
Potasio (meq/100 g)	0,25	Alto
pH	*6,79	Ligeramente alcalino

En el cuadro 1, de los resultados químicos del suelo, se observa un alto contenido en el porcentaje de materia orgánica, también se observa un alto contenido de nitrógeno, de la misma forma el contenido de fósforo también se encuentra en un contenido muy alto, al igual que el potasio que se encuentra en un contenido alto. La interpretación fue realizada según las normas para interpretación de los análisis químicos del laboratorio CIAT, (Espinoza, 2016).

2.2.6. Calculo de la oferta del suelo

Cuadro 2. Oferta del suelo (Kg/ha)

	SUELO
MO (Kg/ha)	39800,00
Nitrógeno Disponible (Kg/ha/año)	89,08
Fósforo P₂O₅ (Kg/ha)	88,73
Potasio K₂O (Kg/ha)	234,00

Observando el cuadro 2, de ofertas del suelo, extraído del análisis de suelo donde los componentes esenciales para el cultivo de la papa se encuentran en niveles medianamente aceptables, de tal forma que los niveles de fertilización determinados serán un complemento para el suelo, contribuyendo al mejor comportamiento del cultivo de la papa.

2.2.7. Requerimiento del cultivo de la papa

Tomando en cuenta un objetivo de rendimiento promedio de 30 toneladas por hectárea el requerimiento es el siguiente:

Cuadro 3. Dosificaciones

ESPECIE: PAPA	N (Kg/Ha)	P₂O₅ (Kg/Ha)	K₂O (Kg/Ha)
ALTA	150 – 200	300 – 400	100 – 150
MEDIA	100 – 150	200 – 300	60 – 100
BAJA	50 – 100	60 – 200	30 – 60

De acuerdo con los análisis de suelos, se observó que tenemos características medias de nutrición en el suelo, por lo que según Valverde et al. (1998). Citado por (CIPOTATO, n.d.) menciona que para suelos según el grado de fertilidad de los suelos es necesario aplicar una determinada cantidad de fertilizantes, tal como se puede apreciar los niveles propuestos a continuación para suelos bajos en fertilidad, suelos medios y altos en fertilidad.

La dosis realizada para fertilización fue determinada a partir de los requerimientos del cultivo basado en revisión bibliográfica para determinar estándares para suelos bajos, medios y altos en fertilidad, variando en ciertas proporciones para determinar una dosis medianamente baja, media y alta procurando encontrar la dosis adecuada capaz de dar un rendimiento óptimo en el cultivo. Las dosificaciones determinadas fueron las siguientes:

Cuadro 4 Niveles de fertilización

Nº	UREA (46-00-00)	FOSFATO DIAMONICO (18-46-00)	BIOCAT - 15
1	50 Kg/Ha	50 Kg/Ha	15 L/Ha
2	100 Kg/Ha	100 Kg/Ha	20 L/Ha
3	150 Kg/Ha	150 Kg/Ha	25 L/Ha

2.2.8. Tratamientos fitosanitarios

El tratamiento fitosanitario, fue realizado para controlar el tizón y el pulgón, aplicando Sencor, Coraza, incluido el GOMAX como adherente, en fechas a partir del 20 de septiembre como aplicaciones preventivas y de control el 20 de octubre, monitoreando continuamente.

2.2.9. Riego

El riego fue realizado de manera empírica y convencional, testando el suelo, ya que no fue tan necesario debido a las lluvias de la temporada, por lo que no se tuvo una frecuencia continua de riego manual, sin embargo, fueron realizados 5 riegos utilizando el riego por inundación o gravedad para suplir las necesidades hídricas.

2.2.10. Cosecha

La cosecha fue realizada de forma manual en fecha 22 y 23 de enero, posteriormente se seleccionaron los tubérculos por tamaño para luego evaluarlos y llevarlos al mercado.

2.2.11. Análisis económico

El análisis económico fue realizado en base a una hoja de costos realizada de forma continua durante todo el proceso del presente trabajo, una vez culminado la cosecha, se determinó todos los costos de producción posteriormente basado en los precios estándares del mercado se procedió a un análisis de beneficio costo, para determinar

la utilidad obtenida, tal como se observa en el último acápite de resultados, y la respectiva hoja de costos en anexos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ALTURA DE PLANTAS

Cuadro 5. de datos de altura (cm)

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (U50)	55,67	58,30	56,90	170,87	56,96
T2 (F50)	66,37	67,40	69,50	203,27	67,76
T3 (B15)	90,00	88,60	92,40	271,00	90,33
T4 (U100)	70,20	73,10	71,80	215,10	71,70
T5 (F100)	80,80	85,20	79,60	245,60	81,87
T6 (B20)	90,50	92,30	91,80	274,60	91,53
T7 (U150)	88,30	85,60	86,10	260,00	86,67
T8 (F150)	75,70	78,30	75,70	229,70	76,57
T9 (B25)	80,97	84,50	84,20	249,67	83,22
SUMA	698,51	713,30	708,00	2119,81	706,60
MEDIA	77,61	79,26	78,67	235,53	78,51

De acuerdo con lo observado en el Cuadro 5, podemos evidenciar que tenemos promedios muy variados entre sí, debido a que tenemos promedios de entre 56,96 centímetros hasta los 91,53 centímetros de altura presentes, en el tratamiento 1 (urea con una dosis de 50 Kg/Ha) y el tratamiento 6 (Biocat con una dosis de 20 L/Ha), también cabe mencionar que el promedio general está poco menos de los 80 centímetros de altura.

De acuerdo con Herrera (2009), demostró que utilizando fertilizantes tales como el estiércol ovino y estiércol bovino mezclados con fertilizantes (Nitrofosca, se obtuvieron alturas promedio bordeado los 90 centímetros de altura, sin embargo, que comparados con esta investigación los datos son muy similares ya que los datos promedio más elevados superan por poco los 90 centímetros.

Cuadro 6. Análisis de varianza (ANOVA) de altura

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	3119,24	389,90	144,78	2,59	3,89
BLOQUES	2	12,48	6,24	2,32	3,63	6,23
ERROR	16	43,09	2,69			
TOTAL	26	3174,80	122,11			
CV	2,09 %					

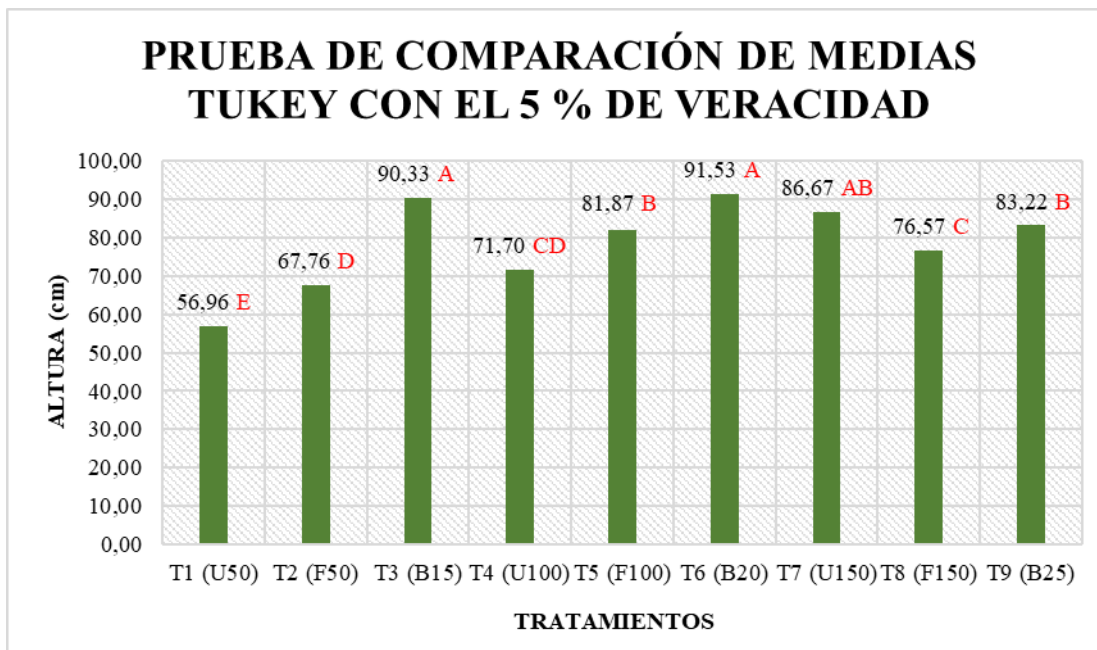
Tal como se puede apreciar en el Cuadro 6 de análisis de varianza, se ve claramente que las diferencias significativas son considerables existiendo diferencias al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que el efecto de los tratamientos es muy notable, debido a ello es necesario realizar una prueba de comparación de medias Tukey para comprobar las medias y establecer los niveles de confianza. Por otro lado, vemos que el coeficiente de variación tiene un valor de 2,09 % indicando que los datos son homogéneos.

Debido a los resultados obtenidos podemos mencionar que la adición de fertilizantes de cualquier tipo influye en gran manera en el desarrollo vegetativo, además que los fertilizantes nitrogenados tienen a influir mucho más en las plantas, ya que el nitrógeno es uno de los macroelementos necesarios para la planta.

Según PROMIX (2021) el nitrógeno es parte fundamental para el desarrollo vegetativo de las plantas, ya que se cree que el nitrógeno amoniacal causa el estiramiento de la planta, incrementa el tamaño de sus hojas y produce un crecimiento suave, mientras que el nitrógeno nítrico produce un crecimiento compacto, firme y con hojas más pequeñas. De acuerdo con experiencias, el fertilizante 20-10-20, que tiene un 40 % de amonio y un 60 % de nitrato, puede estimular el estiramiento, el tamaño más grande de las hojas y un crecimiento general más suave, en comparación con un fertilizante 13-2-13, que tiene 6 % de amonio y 94 % de nitrato, es por ello

que fertilizantes enriquecidos con nitrógeno dan mayor desarrollo en altura a las plantas.

Gráfico 1. Prueba de comparación de medias Tukey (Tratamientos)



La prueba de comparación de medias Tukey, muestra que la diferencia entre los datos es muy variada, sin embargo, los mejores tratamientos son los que están compuestos por Biocat que son el tratamiento T3, y T6, por lo que no son los tratamientos más recomendados, con 90,33 y 91,53 centímetros de altura respectivamente ambos representados por la letra A, seguido de los tratamientos con fertilización de fosfato di amónico bordeando una altura de 80 centímetros y por ultimo los tratamientos compuestos por Urea.

Tal como observamos el Cuadro, donde evidenciamos que los tratamientos con Biocat fueron los mejores tratamientos en cuanto a la altura. De acuerdo con AGRÍCOLA (2021), el Biocat es un Bio-activador granulado de alta solubilidad en suelo, perfecto para estimular la actividad y desarrollo vegetativo de la planta, especialmente en sus estados iniciales o de alta actividad vegetativa. Su formulación

incluye aminoácidos específicos, N-K, ácidos fúlvicos, polisacáridos y materia orgánica de disponibilidad inmediata tras su aplicación al suelo, debido a estas condiciones se corrobora los resultados obtenidos con relación a la altura.

3.2. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Cuadro 7. Cuadro de datos de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (U50)	6,33	6,70	7,20	20,23	6,74
T2 (F50)	11,00	10,80	12,30	34,10	11,37
T3 (B15)	12,33	11,50	13,10	36,93	12,31
T4 (U100)	9,33	10,00	9,80	29,13	9,71
T5 (F100)	11,67	12,15	11,85	35,67	11,89
T6 (B20)	12,00	12,45	11,80	36,25	12,08
T7 (U150)	11,83	12,00	10,58	34,41	11,47
T8 (F150)	8,35	9,70	8,60	26,65	8,88
T9 (B25)	13,50	14,00	13,15	40,65	13,55
SUMA	96,34	99,30	98,38	294,02	98,01
MEDIA	10,70	11,03	10,93	32,67	10,89

Según lo observado en el Cuadro 7 de datos respecto al número de tubérculos por planta se observa, que los tratamientos, con Biocat T3, T6 y T9, ocupan un lugar elevado entre los promedios superando los 12 tubérculos por planta, por otro lado, los tratamientos conformados por el fosfato diamónico tuvieron un comportamiento medio en cuanto a los promedios obtenidos superando en poco los 11 tubérculos por planta y como último los tratamientos conformados por la urea, ya que este último tiende a influir más en el desarrollo vegetativo y no así en el rendimiento.

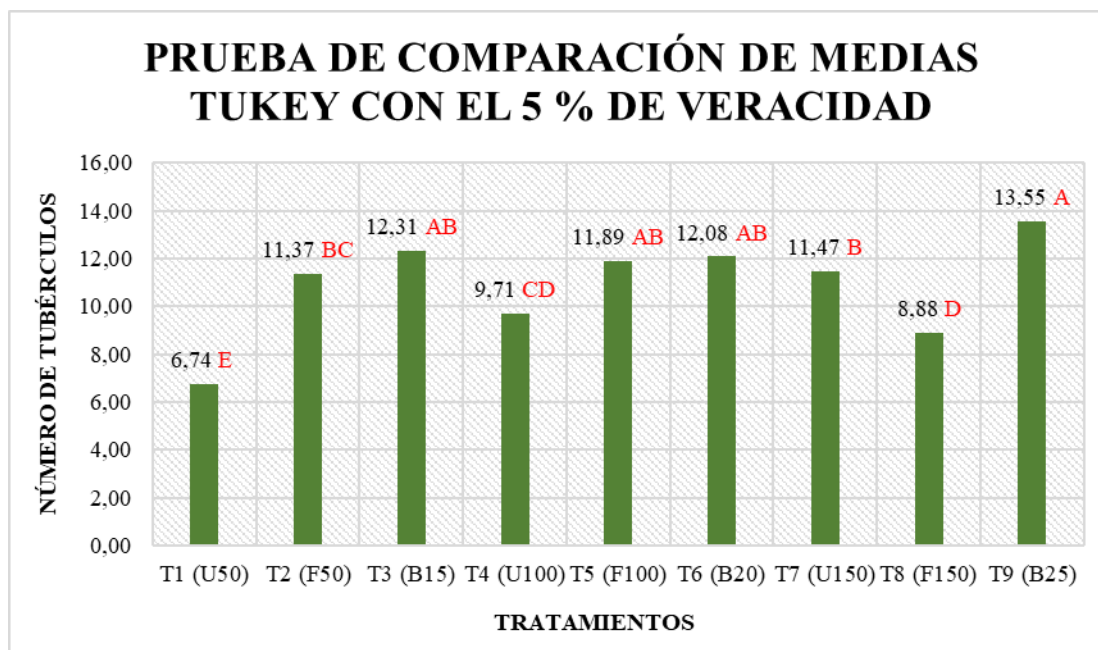
El número de tubérculos por planta promedio bordeó los 13 tubérculos, en los mejores tratamientos obtenidos con Biocat. Resultados obtenidos en una investigación realizada con fertilizantes nitrogenados hidrosolubles dieron un promedio de 17 tubérculos por planta en los mejores tratamientos superando por poco más de 2 tubérculos comparados con esta investigación (Punina, 2013).

Una vez realizada el análisis de varianza, vemos en el Cuadro 8 que no existe efecto significativo en los bloques, sin embargo, existen diferencias significativas para los tratamientos siendo altamente significativos al 1 y 5 % de probabilidad de error, también se puede observar que el coeficiente de variación supera los 5 % evidenciando datos homogéneos entre sí.

Cuadro 8. Análisis de varianza (ANOVA) de tubérculos por planta

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	104,08	13,01	36,82	2,59	3,89
BLOQUES	2	0,51	0,25	0,72	3,63	6,23
ERROR	16	5,65	0,35			
TOTAL	26	110,24	4,24			
CV	5,46 %					

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



Puesto en evidencia el comportamiento de cada tratamiento, una vez concluida la prueba de comparación de medias se puede observar que el mejor tratamiento fue el tratamiento T9 conformado por Biocat en una dosis de 25 L/Ha, con el mayor número

de tubérculos por planta superando los 13 tubérculos representado por la letra A, seguido de los tratamientos conformados por Biocat en dosis de 20 y 15 L/Ha, con un número de tubérculos bordeando los 12 tubérculos.

Según Punina (2013), los promedios más inferiores obtenidos con fertilizantes hidrosolubles nitrogenados obtuvieron un promedio bordeando los 13 tubérculos por planta, siendo los resultados más inferiores, sin embargo, el número de tubérculos por planta tiene que ir de la mano con el tamaño del tubérculo, ya que es una parte fundamental para medir el rendimiento.

3.3. RENDIMIENTO

Cuadro 9. Cuadro de datos de rendimiento (Ton/Ha)

TRATAMIENTOS	REPLICAS			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (U50)	18,66	20,49	17,93	57,07	19,02
T2 (F50)	22,20	21,71	22,93	66,83	22,28
T3 (B15)	24,15	24,76	24,51	73,41	24,47
T4 (U100)	17,84	19,27	18,78	55,89	18,63
T5 (F100)	22,77	24,02	23,54	70,33	23,44
T6 (B20)	26,29	27,44	25,37	79,10	26,37
T7 (U150)	19,02	17,32	17,80	54,15	18,05
T8 (F150)	21,27	21,83	22,20	65,29	21,76
T9 (B25)	28,54	27,20	28,90	84,63	28,21
SUMA	200,73	204,02	201,95	606,71	202,24
MEDIA	22,30	22,67	22,44	67,41	22,47

Respecto al rendimiento que se observó en este experimento se ve que existe rendimientos que van desde los 18,05 hasta las 28,21 toneladas por hectárea, en los tratamientos con Urea a 50 kg/ha y Biocat a 25 L/ha, por otro lado, el promedio general de rendimiento supera por poco las 20 toneladas por hectárea, siendo un rendimiento optimo comparado a los rendimientos obtenidos en la región.

De acuerdo con el INIAP, resultados muy similares fueron obtenidos con fertilización orgánica aplicando compost y estiércol de gallinaza, los rendimientos obtenidos con esta fertilización alcanzaron poco más de las 21 toneladas por hectárea (Valverde F et al., 2011).

Por otro lado, comparado a esta investigación se pudo observar que las diferencias con el mayor rendimiento obtenido están en poco más de 5 toneladas por hectárea, ya que en esta investigación los mejores tratamientos superaron las 25 toneladas por hectárea con Biocat, seguido de los otros tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza (ANOVA) de rendimiento

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	299,38	37,42	52,45	2,59	3,89
BLOQUES	2	0,62	0,31	0,43	3,63	6,23
ERROR	16	11,42	0,71			
TOTAL	26	311,41	11,98			
CV	3,76 %					

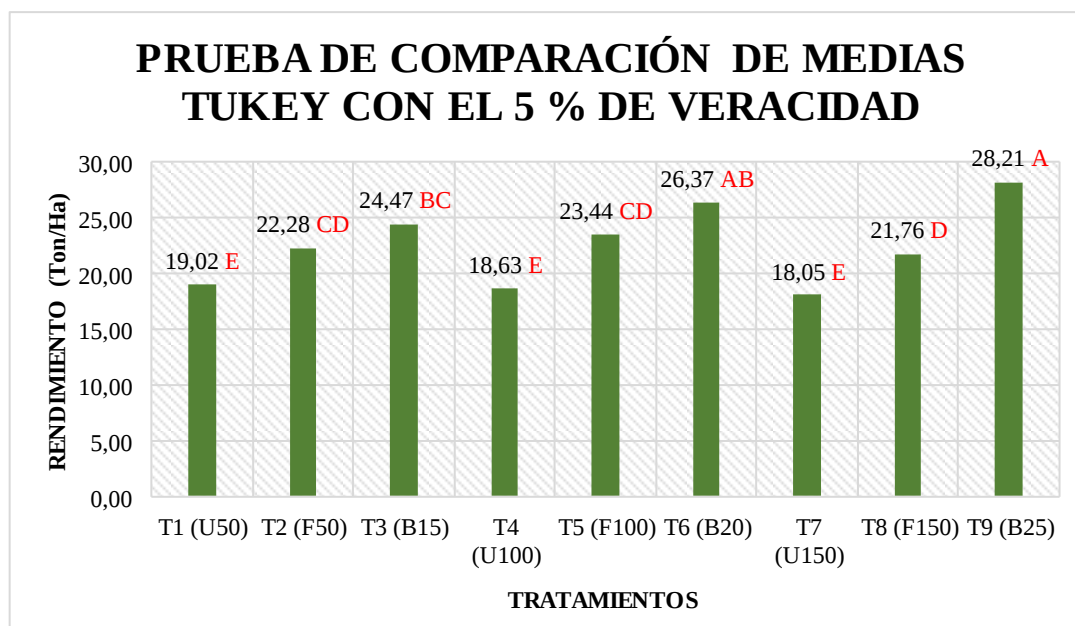
Una vez concluido el análisis de varianza se puede evidenciar que no existe efecto significativo en los bloques, sin embargo, los efectos son muy visibles en el factor tratamientos, ya que se observa diferencias altamente significativas al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias. Por otro lado, vemos que el coeficiente de variación tiene un valor muy bajo con 3,76 %, reflejando la homogeneidad de los datos anteriormente expuestos.

Según datos obtenidos por el INIAP, los coeficientes de variación en una investigación realizada con compuestos orgánicos se obtuvieron coeficientes de variación de 6,8, 3,1, 9,0 y 7,7 que comparados con la investigación presentada el coeficiente de variación en todos los tratamientos alcanzó poco menos que el 4 % dando a entender que la homogeneidad de los datos es evidente.

Ya realizada la prueba de comparación de medias Tukey (Ver gráfico 3) podemos observar que el mejor tratamientos que alcanzó el rendimiento más alto, fue el

tratamiento T9 con Biocat en una dosificación de 25 L/Ha, representado por la letra A, a diferencia de los otros tratamientos conformados por Fosfato diamónico que alcanzaron un promedio bordeando las 25 toneladas por hectárea siendo medianamente recomendables y por ultimo los tratamientos conformados por urea en sus tres dosis que alcanzaron promedios bordeando las 20 toneladas por hectárea.

Gráfico 3. Prueba de comparación de medias Tukey (Tratamientos)



Resultados muy parecidos fueron obtenidos con un manejo fisio nutricional, donde se obtuvieron rendimientos por encima de las 25 toneladas y por debajo de las 30 toneladas por hectárea (Bautista et al., 2010). Comparados esos rendimientos podemos ver que superaron los mayores rendimientos obtenidos en la presente investigación, sin embargo, dentro del manejo fisio nutricional se contempla incluso los bioestimulantes y elementos muy necesarios para obtener mejores rendimientos, por otro lado, el Biocat que fue el fertilizante que dio mayores rendimientos en esta investigación, es un fertilizante que tiene compuestos menores de bioestimulantes lo que lo hace un fertilizante muy completo tal como los resultados corroboran.

3.4. ANALISIS ECONOMICO

Respecto a lo observado con el análisis de beneficio costo, vemos que existe diferencias en la utilidad obtenida, donde el tratamiento T9 a base de Biocat en una dosis de 25 litros/ha es la que dio el mejor retorno con poco más de 2 Bs, seguido del tratamiento a base de Biocat en dosis de 20 litros/ha con 1,95 Bs y detrás de estos los tratamientos a base de fosfato diamónico y Biocat en dosis de 100 kg/ha y 15 litros/ha respectivamente.

Cuadro 11. Análisis económico

TRATAMIENTO	Coste Total (Bs)	Beneficio (Bs)	Beneficio/Costo
T1 (U50)	15202,03	19033,97	1,25
T2 (F50)	15333,79	24770,21	1,62
T3 (B15)	15769,98	28276,02	1,79
T4 (U100)	15506,57	18027,43	1,16
T5 (F100)	15640,48	26551,52	1,70
T6 (B20)	16084,86	31381,14	1,95
T7 (U150)	15816,92	16673,08	1,05
T8 (F150)	15952,51	23215,48	1,46
T9 (B25)	16406,82	34371,18	2,09

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación podemos llegar a las siguientes conclusiones

- De acuerdo a la respuesta observada de los tres fertilizantes en sus distintos niveles, se logró evidenciar que el comportamiento en cuanto al desarrollo vegetativo es diferente entre los fertilizantes aplicados, ya que la respuesta de la Urea y el Fosfato Diamónico fue inferior comparado a la respuesta del

Biocat-15 el cual logró respuestas más óptimas en todas las variables, además que en las tres dosificaciones el Biocat se mantuvo con buenos resultados.

- Con relación al comportamiento de la papa en los distintos niveles de fertilización aplicados, el mejor comportamiento fue observado con el nivel de fertilización Biocat-15 en una dosis de 25 L/Ha, sin embargo, los niveles elevados de urea y fosfato di amónico en dosis de 150 Kg/ha tuvieron comportamientos medianamente positivos. Los mejores tratamientos en cuanto a altura son los que están compuestos por Biocat que son el tratamiento T3, y T6, por lo que son los tratamientos más recomendados, con 90,33 y 91,53 centímetros de altura respectivamente, seguido de los tratamientos con fertilización de fosfato di amónico que alcanzaron una altura de 80 centímetros y por último los tratamientos compuestos por Urea, de la misma forma en el número de tubérculos el tratamiento más sobresaliente estuvo conformado por Biocat en una dosis de 25 L/Ha, con el mayor número de tubérculos por planta superando los 13 tubérculos representado por la letra A, seguido de los tratamientos conformados por Biocat en dosis de 20 y 15 L/Ha, con un número de tubérculos bordeando los 12 tubérculos.
- Tal como pudimos evidenciar que los mejores rendimientos obtenidos fueron con el nivel de fertilización de Biocat-15 en una dosis de 25 L/ha con rendimientos que superaron las 25 toneladas por hectárea alcanzando poco más de las 28 en el máximo rendimiento, lo que demuestra que es una alternativa positiva que puede tomarse en cuenta por los productores para obtener rendimientos altos en la papa a campo abierto.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar dosis de 100 Kg/ha de Urea, Fosfato Diamónico y Biocat, para obtener un desarrollo vegetativo positivo y aceptable, ya que en

el cultivo de la papa no se requiere una altura muy alta para obtener mejores rendimientos.

- Se recomienda utilizar Biocat-15 en una dosis de 25 L/ha para obtener rendimientos elevados, sin embargo, es necesario tomar en cuenta el análisis económico para confirmar que el fertilizante es enteramente recomendable, ya que los rendimientos elevados son considerables.
- Las buenas prácticas culturales como el aporque o formación de camellones nos ayudan a ahorrar trabajo y tiempo para el control y eliminación de malezas
- Por último, se recomienda continuar con esta investigación ya que es necesario verificar otros parámetros de evaluación en cuanto a la dosis aplicada para el cultivo de la papa, así también tomar en cuenta los datos obtenidos en el presente trabajo para que sea la base de futuras investigaciones relacionadas para una agricultura sustentable y sostenible.