

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.2 ANTECEDENTES

La papa (*Solanum tuberosum* L) es una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAOSTAT, 2008. Citado por Morales S, 2011)

En los terrenos con regadío del valle central de Tarija los rendimientos fluctúan entre unas 25 a 35 ton/ha.

En San Lorenzo-provincia Méndez del departamento de Tarija, el cultivo de la papa ocupa un sitio muy importante para el productor agrícola, aunque tiene el inconveniente de que sus rendimientos cada vez son más bajos, pudiéndose atribuir esta situación a la falta de una tecnología adecuada, como uso de semilla de calidad, falta o deficiencias de fertilización, falta de control oportuno de plagas y enfermedades entre otras.

La fertilización a base de agroquímicos y entre ellos fertilizantes foliares en el cultivo de la papa es utilizada por algunos agricultores de la región, debido a que en la zona los rendimientos del cultivo son cada vez más bajos sin la incorporación de fertilizantes inorgánicos, pero dicha fertilización es realizada sin un control adecuado que indique cuales son los beneficios reales que se obtienen al realizar esta labor

La fertilización precisa para el cultivo de la papa es muy difícil de calcular debido a que en este proceso intervienen factores dinámicos de tipo biológico, químico y agro físico que interactúan entre el suelo la planta y la atmosfera que hacen difícil su predicción

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutricionales de las plantas, favorece el

buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto, de ahí la necesidad de probar esta técnica para mejorar el cultivo de la papa en San Lorenzo como una alternativa para incrementar los rendimientos

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El cultivo de la papa en el Valle Central de Tarija es una de las actividades de mayor relevancia del sector productivo y representa en la población uno de los productos de mayor consumo en su dieta alimentaria.

Teniendo en cuenta las escasas extensiones de terrenos cultivables en la localidad de San Lorenzo, se pretende mejorar y corregir el aspecto nutricional del cultivo de la papa mediante la fertilización foliar, que será un respaldo para la fertilización edáfica; con la finalidad de incrementar los rendimientos, y por ende la obtención de mayores beneficios para el productor.

Considerando los bajos rendimientos de este cultivo atribuibles a factores agronómicos, de fertilidad y climáticos, entre otros, se propone el siguiente trabajo de investigación a determinar cuáles serían los beneficios reales que se obtendrían al aplicar dos productos de uso foliar en tres programaciones de aplicación en el cultivo de papa (variedad desiree).

La información generada en esta investigación será de mucha utilidad para los productores de papa de la zona baja del municipio de San Lorenzo, quienes debido a los cada vez más bajos rendimientos se sienten desmotivados de continuar con este cultivo.

1.4 HIPÓTESIS

A mayor número de aplicaciones de fertilizante foliar al cultivo de la papa se incrementan los rendimientos, el incremento en el rendimiento no es lineal al número de aplicaciones

1.5 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) variedad desiree a la aplicación complementaria de dos fertilizantes foliares (NUTRIFERTIL Compuesto y VITA FOLIAR 20-20-20) en tres programaciones de aplicación, las cuales se denominan de la siguiente manera: (programación Nro.1: “emergencia-aporque-floración”; programación Nro.2: “emergencia-aporque” y programación Nro.3: “emergencia-floración”), en la localidad de San Lorenzo provincia Méndez.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la fuente de fertilización foliar complementaria más eficiente para el cultivo de papa (variedad desiree).
- Evaluar el comportamiento del desarrollo vegetativo de la papa.
- Determinar el rendimiento obtenido en las programaciones con cada fertilizante foliar aplicado.
- Realizar un análisis de costos y beneficios de la fertilización foliar complementaria en el cultivo de la papa (variedad desiree)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen y distribución

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de la cordillera de los Andes, en el altiplano andino, y puede ser encontrada hasta los 4.300 msnm. Se considera que *Solanum tuberosum* ssp indígena se originó en el sur de Perú, en los límites de Bolivia a partir del complejo *Solanum brevicaulis*, y la ssp *tuberosum* en las tierras bajas de la parte central de Chile (Spooner et al. Citado por: Morales S 2011).

En Sudamérica existe una amplia distribución de las diversas especies de papas silvestres las cuales se localizan a lo largo de los Andes desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina y en las tierras bajas de Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay y el sureste de Brasil. (Hawkes 1994. Citado por: Morales S 2011).

2.2 Importancia económica

La papa se ubica entre los primeros cuatro cultivos de mayor importancia en el mundo, sólo después del arroz (*Oriza sativa* L) trigo (*Triticum aestivum* L) y maíz (*zea mays* L) con una producción de 320.711,961ton, de las cuales, 169477,301 ton, son producidas en Asia, Oceanía, África y América latina. El rendimiento es fluctuante de una región a otra, Con un promedio mundial de 16.6ton/ha (FAOSTAT, 2008. Citado por: Morales S 2011).

2.2.1. Producción de papa en Bolivia y Tarija

Según el INIAF 2012

- En Bolivia se cultivan 180.000 ha de papa con una producción de 975.000 ton con un rendimiento promedio de 5,4 ton/ha.

- En Tarija se cultivan 10.000 ha de papa con una producción de 61.000 ton con un rendimiento promedio de 6,1 ton/ha.

2.3 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la papa se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro Nro. 1. Clasificación taxonómica de la papa

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Dicotiledónea
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	S. tuberosum
Subespecie	S. tuberosum ssp. Tuberosum S. tuberosum ssp. Andigena
Variedad	
Nombre común	Papa, patata, batata

(Fuente: Pumis A. (2002))

2.4 Descripción Botánica

2.4.1 Brote

El brote es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en los que se ha almacenado el tubérculo están constituido por: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudo y primordios radiculares. (Egúsqüiza 2000)

2.4.2 Planta

La papa es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos, caducifolia (ya que pierde sus hojas y tallos aéreos en la estación fría), de tallo erecto ó semi-decumbente, que puede medir hasta 1m de altura. (wikidia 2016)

2.4.3 Raíz

Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos, producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones.

Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo su desarrollo de que el suelo que esté más o menos mullido. Normalmente la planta de patata enraíza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40 a 50 centímetros. ARCE. F. Alonso (2002)

2.4.4 Tallo

Los tallos son gruesos, fuertes y angulosos, alcanzan una altura en el momento de máximo desarrollo de entre 0.5 a 1 m, originándose en las yemas de tubérculo madre.

Los tallos aéreos, normalmente son de color verde, ramificados. La parte más baja del tallo es redonda y sólida.

Los tallos son herbáceos aunque en etapas avanzadas del desarrollo, la parte inferior puede ser relativamente leñosa. ARCE. F. Alonso. (2002)

2.4.5 Hojas

Las hojas adultas son pinnado compuestas, pero las hojas primarias de plántulas así como también las primeras hojas provenientes del tubérculo pueden ser simples. Las hojas están provista de pelos de diversos tipos los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Hay una gran variabilidad en la forma de las hojas entre las muchas especies y variedades de papa. Las hojas que se originan en el tallo subterráneo son pequeñas, en forma de escama y de sus yemas axilares emergen los estolones. Los estomas son más numerosos en la superficie inferior de las hojas. AMES DE ICOCHEA TERESA (1980)

2.4.6 Flores

Las flores nacen en racimos y por lo general son terminales. Cada flor contiene órganos masculinos (androceo) y femenino (gineceo), son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y purpura. PUMIS ACHO, M y SHERWOOD. (2002)

2.4.7 Fruto

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene la semilla sexual. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. PUMIS ACHO, M y SHERWOOD. S. (2002)

2.4.8 Tubérculo

Los tubérculos tienen una forma variada, desde completamente alargada a ovalada o cilíndrica dependiendo de la variedad en cuanto a la profundidad de ojos, existen variedades con ojos profundos y otras con ojos superficiales. ARCE F. Alonso (2002)

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. PUMIS ACHO, M y SHERWOOD. S (2002)

2.4.9 Estolón

Los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos.

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal. HUAMAN ZOSIMO (1996)

2.5 Crecimiento y desarrollo

El crecimiento es el incremento irreversible en número o dimensión de una célula, tejido, órgano, individuo o comunidad. El desarrollo de una planta de papa ocurre a través de una serie de etapas fenológicas. Dichas etapas se las clasifica en: desarrollo de brote, establecimiento de la planta, inicio de tuberización, llenado del tubérculo y maduración de éste, y la duración de cada una depende del genotipo, de factores ambientales tales como la altitud y la temperatura, del tipo de suelo, de la disponibilidad de humedad y de la localidad. En la primera etapa (desarrollo del brote), los tubérculos han dejado la condición de reposo y tienen la capacidad de brotar, siempre que las condiciones ambientales sean favorables para el crecimiento (alta temperatura); la segunda etapa (establecimiento de la planta) se refiere al periodo comprendido entre la brotación y la iniciación del tubérculo, caracterizada por el crecimiento de hojas y ramas en la parte aérea, y de raíces y estolones en la parte subterránea; la tercera etapa (inicio de tuberización), comprende a la formación del tubérculo en la punta del estolón, no obstante que su crecimiento puede ser imperceptible. En muchas variedades, el término de este evento coincide con el inicio de la floración. En la cuarta etapa (llenado del tubérculo), las células de la papa se expanden debido a la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos, el tubérculo llega a ser el sitio dominante en la deposición de carbohidratos y compuestos inorgánicos. Este es el periodo de crecimiento crítico para el rendimiento y calidad del

tubérculo, y los factores que los afectan son la temperatura, fertilización, edad fisiológica, la distancia entre plantas, fechas de siembra, riego y manejo de plagas y enfermedades; en la quinta etapa (madurez del tubérculo), el follaje cambia a color amarillo y es acompañado por la pérdida de hojas, ocurre una disminución en la fotosíntesis, el crecimiento del tubérculo se hace más lento y alcanza la mayor acumulación de materia seca, además de un adecuado grosor del peridermo o piel. En algunos estudios se destaca la importancia de la tuberización en papa, ya que es un proceso complejo que involucra a diferentes sistemas biológicos, y que puede tener influencia importante sobre aspectos que incluyen al rendimiento, madurez para cosecha, desarrollo de enfermedades y defectos relacionados; Las fitohormonas, además del fotoperiodo y la temperatura, juegan un papel primordial, ya que regulan los eventos morfológicos de tuberización activados en el ápice del estolón; los niveles altos de giberelinas inhiben la tuberización, mientras que los bajos la promueven. Los factores de transcripción son proteínas que se unen al ADN para regular la actividad de los genes y en algunos casos, para regular los niveles hormonales; varias de estas ligaduras proteicas del ADN están involucradas en la regulación del crecimiento de la planta y el desarrollo de los meristemos en papa, incluyendo la formación del tubérculo (Hannapel et al. Citado por: Morales S 2011).

2.6 Fisiología del cultivo de la papa

Si se toma un tubérculo de papa recién cosechado, éste pasa por sucesivos estados fisiológicos los cuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 2 Estados fisiológicos de la papa

Estado fisiológico	Descripción
Dormición	Se lo puede definir como el periodo de la cosecha a la brotación, la duración de este periodo está determinada por la variedad, las condiciones del suelo y climáticas durante el crecimiento, las condiciones de almacenaje, etc.
Brotación	Las condiciones de temperatura óptima para la brotación son de 15-20°C. este estado es fundamental para la propagación de cultivo
Dominancia apical	La yema apical de tubérculo es la yema terminal del estolón que le dio origen. Al producirse la brotación esa yema domina sobre las restantes. El corte de la papa semilla, la eliminación del brote apical o el alargamiento del periodo de reposo disminuyen o anulan esa dominancia.
Crecimiento vegetativo	Una vez plantado el tubérculo este tarda 2-3 semanas en emerger dependiendo ello principalmente de la temperatura y humedad del suelo. También influye la edad fisiológica de tubérculo plantado.
Estolonización	El estolón aparece a los 10-15 días de la emergencia, y tiene 5-10cm de longitud (dependiendo de la variedad), este periodo es más prolongado bajo condiciones de fotoperiodo largo.
Tuberización	Este proceso se inicia a los 20-30 días de la emergencia y comienza por los tejidos sub apicales de estolón. Normalmente su inicio coincide con el principio de la floración. En este periodo las condiciones de temperatura son muy importantes, lo ideal es de 15-20°C. En condiciones normales, el ritmo de crecimiento al final del ciclo puede ser de 600-800 kg/día/ha.

(Fuente: Vigliola M, 1986.)

2.7 Factores edafoclimaticos

2.7.1 Temperatura y clima apropiados

La papa es un cultivo “criófilo”, esto quiere decir muy bien adaptado a climas templados frescos y fríos, pero sin exceso de humedad, las temperaturas ideales para su crecimiento y desarrollo están entre los 15 y los 20°C, razón por la cual las principales zonas productoras de papa del mundo están en latitudes intermedias o en áreas de altura en las regiones tropicales o subtropicales.

Los tubérculos semillas no emergen si la temperatura del suelo es inferior a 7°C, pero si lo hacen muy bien a temperaturas entre 12 y 15°C. El cultivo de papa no forma tubérculos en ambientes con temperaturas medias sobre los 28°C, o con temperaturas nocturnas superiores a 22°C; además, la planta también se hiela fácilmente con temperaturas inferiores a 2°C. No obstante, el cultivo de papa tiene una extraordinaria capacidad de adaptación a condiciones muy diversas de suelo y clima. (Rojas J. y Orena S. 2006)

La temperatura afecta a los rendimientos, siendo óptimas las temperaturas medias diurnas de 18 a 20 °C y temperatura nocturna inferior a 15 °C para la iniciación del tubérculo así el desarrollo del cultivo de papa está condicionado por un considerable número de factores externos que repercuten sobre él, desde el inicio de la tuberización hasta su cosecha. (Ochoa J. 2001)

2.7.2 Heladas

La papa es una especie sensible a las heladas. Temperaturas de 0 °C causan problemas al cultivo. Puede provocar clorosis o manchas con o sin deformación de hojas. Heladas de mayor intensidad (1° 2 °C bajo cero), pueden causar importantes daños en la parte aérea de las plantas, provocando marchites en las hojas, que al descongelarse tienen un aspecto húmedo, para luego secarse con la destrucción del follaje. (Mansilla M. y Arribillaga D. 2013)

2.7.3 Luminosidad

La luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperiodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento, además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperiodos críticos, comprendiendo entre 13 y 16 horas.

La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración. La intercepción de luz por el cultivo depende de la intensidad lumínica, de la arquitectura del follaje, de la edad de las hojas y del porcentaje de suelo cubierto por el follaje. El proceso fotosintético se efectúa cuando los rayos de sol incidan sobre la totalidad de las hojas verdes y no sobre el suelo desnudo. (Sánchez R, 2003)

2.7.4 Tipo de suelo

El cultivo de papa prefiere suelos con texturas ligeras, arenosos o francos, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, libre de pedregosidad que pueda afectar el crecimiento y forma de los tubérculos. Aunque el cultivo tolera suelos ácidos con un pH de hasta 5, el pH ideal para este cultivo se encuentra entre 5.5 y 6.5.

Se sabe que la planta de papa, en comparación a otros cultivos, posee un sistema radicular débil. Esta característica puede afectar el rendimiento cuando existen capas impermeables que imposibiliten a las raíces de alcanzar mayor profundidad y por ende limita la disponibilidad de agua durante las épocas de sequía. (Mansilla M. y Arribillaga D. 2013)

2.7.5. Agua

Según (Varas E. 2003) el agua en la papa como en otros cultivos es vital para una serie de procesos como el transporte de nutrientes desde el suelo hacia la planta, la fotosíntesis, transpiración, formación y acumulación de materia seca. La papa es un cultivo de arraigamiento superficial, limitando la extracción de humedad a los estratos superiores del perfil del suelo, el 70% del agua se extrae de los primeros 30 cm. El efecto de falta de agua en la planta varía de acuerdo a la época en que se produce, existiendo algunos periodos críticos como: estolonización, inicio de la tuberización y desarrollo de los tubérculos, en los cuales se debe procurar que exista una adecuada cantidad de agua en el suelo para evitar que exista una disminución significativa de los rendimientos. Los daños causados por déficit hídrico durante el periodo vegetativo inicial y en la etapa de madurez del cultivo son los que producen menos daño.

Cuadro Nro. 3 Rendimiento de papa variedad desiree según frecuencia de riego

Frecuencia de riego	Rendimiento en ton/ha
7 días	50.5
14 días	42.5
21 días	33.0

(Fuente: Varas E. 2003)

En cuanto a la cantidad de agua requerida, el cultivo de papa una vez que ha cerrado hileras, puede evaporar una cantidad de 100 a 120 mm por mes, lo que indicaría que por temporada tendría una demanda de alrededor de 400mm. (Mansilla M. y Arribillaga D 2013)

2.7.6 Densidad de siembra

Se ha visto que la densidad de siembra influye en:

- La cantidad requerida por hectárea
- El rendimiento del cultivo
- El tamaño de los tubérculos en la cosecha

Las distancias más corrientes de siembra varían de 70-100cm entre las hileras y de 20-50cm entre las plantas. Montaldo A (1984)

2.7.7 Época de plantación

La época de plantación depende de varios factores, sin embargo los más significativos a considerar son: el ciclo de la variedad a utilizar, el objetivo productivo y el clima de la zona. Para que la papa comience su desarrollo necesita temperaturas mínimas del suelo de alrededor de 6 °C. Si se planta con temperaturas de suelo inferiores, simplemente la papa-semilla duerme, siendo afectada por las bajas temperaturas y enfermedades. (Mansilla M y Arribillaga D. 2013)

2.7.8 Profundidad de plantación

Según (Mansilla M. y Arribillaga D. 2013) la profundidad óptima de plantación depende de muchos factores. Se puede hacer una plantación superficial o profunda. La decisión de la una u otra depende de ciertas condiciones.

En el siguiente cuadro se presentan los factores que influyen en la profundidad de siembra.

Cuadro Nro. 4 profundidades de plantación según factores bióticos y abióticos

Plantación superficial (5-8 cm)	Plantación profunda (10-12 cm)
Baja temperatura del suelo	Temperatura elevada del suelo
Disponibilidad de riego o alta pluviometría	Condiciones de sequía durante la temporada
Posible ataque de <i>Rhizoctonia solani</i>	Posible presencia de tizón tardío
Cosecha mecanizada	Zona con gran exposición al viento
Falta de vigor del tubérculo-semilla	Alto vigor del tubérculo-semilla

Fuente: (Mansilla M. y Arribillaga D. 2013)

Cuadro Nro. 5 Extracción de N-P-K por el cultivo de la papa

Tubérculo en ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Referencia
38	224	67	336	Dahnke y Nelson 1976
63	288	128	396	Tisdale y Nelson 1975

(Fuente: Sierra C; Rojas J. y Kalazich J. 2002)

La papa es un cultivo que absorbe gran cantidad de nutrientes, requiriendo generalmente la aplicación de abundantes cantidades de fertilizantes, en parte también por su sistema radicular superficial y por su ciclo de crecimiento corto. Un cultivo (parte aérea y subterránea) que dé un rendimiento de 30 toneladas, puede tomar del suelo durante su ciclo de desarrollo 150kg de N, 60kg de P₂O₅ y 350kg de K₂O. (Vigliola M. 1986)

2.8 Índice de Área foliar (IAF)

El índice de área foliar es la expresión numérica adimensional resultado de la división aritmética del área de las hojas de un cultivo expresado en m² y el área del suelo sobre el cual se encuentra establecido, también expresado en m². El (IAF) permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada. Se supone que mientras mayor sea el área foliar de la planta habrá una mayor actividad fotosintética y por ende mayor elaboración de carbohidratos. El IAF es una herramienta para evaluar el desarrollo y crecimiento de los cultivos, también para evaluar el daño por plagas y enfermedades sobre el follaje. (De La Casa A. Gustavo O. Luciano B. Ángel R. y Jorge M. 2006)

2.9 Fertilizantes

Se considera Fertilizante a todo producto que incorporado al suelo o aplicado a los vegetales o sus partes, suministre en forma directa o indirecta sustancias requeridas por aquellos para su nutrición, estimular su crecimiento, aumentar su productividad o mejorar la calidad de la producción. Estos productos podrán ser de naturaleza inorgánica, orgánica o biológica. (CASAFE 2009. ley de agroquímicos y fertilizantes)

2.9.1 Fertilizante foliar

Abono cuyos elementos nutritivos se destinan a ser aplicados en solución diluida (normalmente por pulverización) a la masa foliar del cultivo. (Chamba L 2000)

2.9.2 Una breve historia de la fertilización foliar

La capacidad de las hojas de la planta para absorber agua y nutrientes fue reconocida hace aproximadamente tres siglos. La aplicación de las soluciones de nutrientes al follaje de las plantas como estrategia alternativa para fertilizar un cultivo como las viñas, se utilizó ya al principio del siglo XIX. Aparte de este uso agronómico de la fertilización foliar, por aquel entonces los esfuerzos de investigación se enfocaron en tratar de caracterizar la naturaleza química y física de la cutícula de la hoja de la planta, la fisiología y la estructura celular de las hojas de las plantas, así como centrarse en los posibles mecanismos de penetración de las pulverizaciones foliares. Con la llegada de las nuevas técnicas primero de fluorescencia y luego de radio-marcado en la primera mitad del siglo 20, fue posible desarrollar métodos más precisos para investigar los mecanismos de penetración foliar y la consiguiente translocación de los nutrientes dentro de las plantas luego de una aplicación foliar de soluciones nutritivas (Fernández V, Brown P. y Sotiropoulos T. 2015)

2.9.3 Los mecanismos de penetración de soluciones de nutrientes en la planta

Los procesos mediante los cuales una solución de nutrientes que se aplica al follaje de un cultivo es asimilada por las plantas incluyen: contacto con la hoja y adsorción a la superficie de la misma, penetración cuticular; estomática; y a través de otras estructuras epidérmicas, absorción celular y penetración en los compartimentos celulares metabólicamente activos en la hoja, y finalmente, en su caso, la translocación y la utilización de los nutrientes absorbidos por la planta. (Fernández V. Sotiropoulos T. Brown P. 2015)

2.9.4 Fundamento de la fertilización foliar

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización edáfica, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha. (Trinidad A. y Aguilar D. 1999)

2.9.5 Importancia del uso de fertilizantes foliares

La fertilización foliar, hoy en día, se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas y favorece el buen desarrollo de los cultivos, mejorando el rendimiento y calidad del producto. La fertilización foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí se considera como una práctica complementaria que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo, que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo (fertilización edáfica). El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que le rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica. La fertilización foliar es útil para respaldar o complementar la fertilización edáfica y optimizar los rendimientos, corregir deficiencias nutrimentales de los cultivos que no se logran con la fertilización común al suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, mejorar el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes y corregir algunos

problemas fitopatológicos de los cultivos. Varios trabajos han demostrado la bondad de la fertilización foliar en la respuesta positiva de los cultivos. Los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, reportándose casos en el que los incrementos han sido a veces mayores de 100%, comparados con los rendimientos de los cultivos sin fertilización foliar Sin embargo, los incrementos más frecuentes oscilan entre 10 a 30 % para la mayoría de los cultivos (Santos y Aguilar,1998. Citado por García S. 2001)

2.10 Fitohormonas reguladoras del crecimiento vegetal

Las Fitohormonas reguladoras de crecimiento vegetal o fitohormonas se conocen desde 1937, cuando el término era sinónimo de auxina. Tiempo después, las auxinas en compañía de las giberelinas, las citoquininas, el etileno y el ácido abscísico fueron atribuidas como las cinco clásicas. Las fitohormonas son sintetizadas no sólo por plantas, sino por microorganismos, incluidos bacterias, hongos y actinomycetes (Tudzinski y Sharon, 2002; Citado por: Paz O. 2014)

En general las auxinas son obtenidas por síntesis química, por lo cual la síntesis microbiológica de estas sustancias resulta de gran importancia pudiendo constituir una alternativa viable en el contexto de una agricultura ecológica (Castillo, 2005; citado por: Paz O. 2014)

2.11 Usos de fitohormonas reguladoras de crecimiento en la agricultura

Los inductores de crecimiento vegetal, en especial los del grupo de las auxinas, son utilizadas en la agricultura muy frecuentemente por su capacidad de regular procesos fisiológicos de la planta (Arteca, 1996; citado por: Paz O. 2014)

El ácido giberélico realiza diversas funciones, entre ellas pueden citarse: incrementa la división y elongación de las células, debido a que tras la aplicación de giberelinas se incrementa el número de células y la longitud de la misma; estimula el desarrollo de frutos partenocárpicos; además el ácido giberélico induce el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos (Weaver, 1985; citado por: Paz O. 2014)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente trabajo se llevó a cabo durante el transcurso del periodo invierno-primavera en la siembra de miskha del 2016 en la propiedad del señor Faustino Aban Velásquez, comunidad de San Pedro del distrito de San Lorenzo- Provincia Méndez del departamento de Tarija, (ver anexo Nro. 4). Se optó realizar el trabajo en dicha propiedad ya que presenta características de labranza similares a las propiedades de la zona. Tales como; uso agropecuario intensivo con rotación de cultivos como por ejemplo maíz, papa, cebada, alfa-alfa, avena, arveja, con labranza convencional. El municipio de San Lorenzo correspondiente a la primera sección de la provincia Méndez del departamento de Tarija. Limita al Norte con el Departamento de Chuquisaca, al Sur con las Provincias Cercado y Avilés, al Este con las Provincias Cercado y O'Connor, y al Oeste con el Municipio El Puente. El acceso a la localidad de San Lorenzo se da mediante una carretera asfaltada que la vincula con la ciudad de Tarija, distante a 15 km correspondiéndole las siguientes coordenadas geográficas: $21^{\circ}46'77''$ de latitud sur y $64^{\circ}78'15''$ de longitud oeste.

La comunidad de San Pedro se encuentra ubicada aproximadamente a 1.5 km hacia el norte de la plaza central de San Lorenzo. Limita al Norte con la comunidad de Lajas, al Sur con el Barrio La Banda, al Este con el río Guadalquivir, y al Oeste con la comunidad de Tarija Cancha Norte. La propiedad del señor Faustino Aban Velásquez, se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: $21^{\circ}24'21.82''$ S

Longitud: $64^{\circ}45'03.48''$ O Y posee una elevación aproximada de 2014 msnm

3.2 características climatológicas

El siguiente cuadro de datos climáticos pertenece a la estación meteorológica de Sella Quebradas, se tomó los datos de dicha estación ya que es la más cercana a la zona donde se llevó a cabo el trabajo experimental.

Cuadro Nro. 6 Resumen climatológico

Latitud Sur	21°23'11''
Longitud Oeste	64°40'52''
Altitud	2145 msnm
Temp. Máxima Media	25,6 °C
Temp. Mínima Media	9,3 °C
Temp. Máxima Extrema	40,5 °C
Temp. Mínima Extrema	-10 °C
Temp. Media	17,5 °C
Humedad Relativa	55 %
Precipitación anual	642,9 mm

(Fuente SENAMHI 2016)

3.3 Características agroecológicas

3.3.1 Clima

Se puede clasificar en forma general como un clima Semiárido, Fresco, Meso-termal con poco o ningún exceso de agua. En el transcurso del periodo primavera-verano en la zona se observan periodos largos de sequía, por lo tanto se hace indispensable la aplicación del riego para que el desarrollo de los cultivos sea normal. Cabe hacer notar que la zona presenta una amplitud térmica muy pronunciada en el transcurso día-noche. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.2 Vegetación

Presenta una vegetación xerófita de estratos arbóreos bajos y ralos, dominados en abundancia y cobertura, por los estratos arbustivos (matorrales), con las siguientes características:

La vegetación arbórea a base de churquiales (Acacia Caven) asociado a algarrobales, jarcas, molles. El estrato arbustivo dominante a base de chirimolle (Schimes sp) talilla (Lycium cestroide), duraznillo negro o hediondilla (Cestrum parquii), th'olas (Baccharis dracunculifolia y Eupatorium bunnifolicum) y cactáceas. El estrato herbáceo muy denso en el verano por la época de lluvias son plantas herbáceas perennes y anuales y pastizales de los géneros: Chloris, Stipa, Bouteloua, Cynodon, Eragrostis, Setaria, etc., todos los cuales le dan una fisonomía de monte bajo, ralo con abundancia de vegetación herbácea y pastizales en el verano y más rala en el invierno, características de los montes de valles.

La asociación climática de montes de churquiales y algarrobales (de 0,5 m. a 3-5 m. de altura) persiste sólo en pequeñas áreas. Las mayores superficies, debido a la intervención humana en los trabajos de explotación agrícola - ganadera y las catástrofes naturales (riadas) han ocasionado que la cubierta vegetal actual, sea una división de esta asociación de montes de churquiales y algarrobales. Incluye las etapas

sucesionales de la vegetación natural (matorrales de th'olas, chilcas, churquis, molles, chañares, etc.) que se auto desarrollan después de haber pasado estas intromisiones humanas y/o catástrofes naturales. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.3 Relieve

La zona baja del municipio de San Lorenzo comprende una superficie de 140.43 Km² que corresponden al 6.70 % de la Jurisdicción Municipal.

Presenta una zona de valle de origen fluvio-lacustre, con predominio de terrazas aluviales, pie de monte abanicos de origen pluvial y planicies.

La pendiente media es del 8% con un relieve ondulado suave, suelos con una profundidad efectiva de 100 cm. moderadamente pedregosos, textura pesada y fertilidad alta. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.4 Topografía

El sector que se extiende entre los cantones de Tomatitas, La Calama, Sella Méndez, San Lorenzo y Canasmoro. Presenta un Valle de Origen Fluvio Lacustre, con predominio de Terrazas Aluviales, además de pie de monte, abanicos de origen pluvial y planicies. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.5 Uso actual del suelo

El uso actual del suelo de la localidad de San Lorenzo es agropecuario intensivo

El uso de la tierra agrícola está prácticamente dedicada al cultivo de hortalizas, papa, maíz, alfa-alfa, trigo, ajo, frutales de pepita y carozo, flores. En las laderas y terrenos comunales se practica el pastoreo libre. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.6 Riesgos climáticos

3.3.6.1 Heladas

Generalmente se tiene un período medio, libre de heladas, de 260 días. Además se puede indicar que el período de ocurrencia de la primera helada está alrededor del 20 de mayo y la última a fines de agosto.

3.3.6.2 Sequías

Un fenómeno climático que se acentúa a fines de la primavera y principios del verano. Algunos años los días con lluvia son menores al promedio (76 días) registrándose un mínimo de 56 días con lluvia y una lámina de 408,5mm. (PDM San Lorenzo 2015)

3.3.7 Características del suelo

Los suelos que están ubicados en las proximidades de la localidad de San Lorenzo, Fisiográficamente se sitúan sobre aluviones recientes, con relieve topográfico plano o casi plano. Son suelos imperfectamente drenados, no presentan problemas de erosión significativa. Tienen un nivel de fertilidad medio, donde los contenidos de materia orgánica y nitrógeno son medios, de fósforo medios a altos y de potasio altos a medios. El pH es neutro a ligeramente alcalino y no presenta problemas de salinidad. (PDM San Lorenzo 2015)

De acuerdo a una observación directa del lugar, éste presenta las características indicadas en el siguiente cuadro.

Cuadro Nro. 7 Características externas del suelo del ensayo

Paisaje	Llanura fluviolacustre
Sub paisaje	Pendiente inferior de la colina
Pendiente	Casi plano
Rociedad superficial	Ninguna
Pedregosidad superficial	De ninguna a muy poca
Drenaje externo	Bueno
Erosión	Sin evidencia visible

(Fuente: elaboración propia)

3.4 MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para el presente trabajo de investigación son los siguientes:

3.4.1 Materiales genéticos

Se utilizó tubérculo semilla de categoría certificada del tamaño II (45-55mm) de la variedad de papa (desiree) proveniente de Villazón.

3.4.1.1 Características de la variedad de papa desiree

Origen: *Solanum tuberosum* variedad Desiree es el producto de selección a partir del cruce Urgenta x Depesche, realizado por la compañía ZPC de Leeuwarden, Holanda, y fue liberada para su producción comercial desde 1962.

Desiree es una variedad de ciclo medio-tardío (90-120 días) con un desarrollo foliar en el campo vigoroso, que alcanza de 50 a 65 cm de altura. Produce flores de color violeta

claro en abundancia media, estolones muy cortos y tubérculos ovalado-largos, de piel lisa y color rojo brillante; los cuales presentan un período de dormancia medio (2,5-4 meses). La carne del tubérculo es color crema y los ojos son superficiales. Los tubérculos son grandes y bastante uniformes cuando la planta madura y se producen en abundancia mediana en el campo (15-20 tubérculos por planta).

El rendimiento es superior en comparación con otras variedades cultivadas, obteniéndose rendimientos aproximados de 45 ton/ha. (Brenes A. y Gómez L. 2009)

Se utilizó los fertilizantes foliares (NUTRIFERTIL Compuesto y VITA FOLIAR 20-20-20)

3.4.1.2 Descripción del fertilizante foliar NUTRIFERTIL compuesto

3.4.1.2.1 Composición química

Contiene N-P-K + 30 micronutrientes además: citoquininas, micorrizas, vitaminas, aminoácidos, betainas, ácido indobutirico, ácido giberelico, ácido abscisico, auxinas, etc.

3.4.1.2.2 Dosis y recomendaciones

Cultivo	Dosis para 20 litros de agua	Numero de aplicaciones
Papa	80-100 ml	2-3

(Fuente: Agromyl 2015).

3.4.1.2.3 Características generales de NUTRIFERTIL Compuesto

Es un fertilizante foliar concentrado de macro y micro nutrientes, además complementado con hormonas inductoras de enraizamiento, de crecimiento, de floración y fructificación.

Aporta los nutrientes necesarios y hormonas que la planta por diversos factores no puede absorber del suelo. (Agromyl 2015).

3.4.1.3 Descripción del fertilizante foliar VITA FOLIAR 20-20-20.

El fertilizante foliar VITA FOLIAR 20-20-20 presenta los siguientes elementos:

Elemento	Símbolo	Porcentaje (%)
Nitrógeno	(N) total	20%
Fosforo	(P ₂ O ₅)	20%
Potasio	(K ₂ O)	20%
Hierro	(Fe)	1.0%
Magnesio	(Mg)	1.0%
Zinc	(Zn)	0.5%
Manganeso	(Mn)	0.4%
Cobre	(Cu)	0.025%
Boro	(B)	0.3%
Molibdeno	(Mo)	0.03%
Cobalto	(Co)	0.0005%
Níquel	(Ni)	0.0005%
Vitamina B1		0.025%
Ácidos carboxílicos		2%

(Fuente: Agrifarma 2016).

3.4.1.3.1 Dosis y recomendaciones

El fertilizante foliar VITA FOLIAR presenta las siguientes recomendaciones de uso:

Cultivo	Dosis para 20 litros de agua	Época de aplicación
Papa	100-200ml	30 días después de sembrar, a intervalos de 15 días

(Fuente: Agrifarma 2016).

3.4.1.3.2 Características de VITA FOLIAR 20-20-20

Es un fertilizante foliar 100% asimilable; tiene una formulación balanceada de NPK, cuyos nutrientes minerales son estables y disponibles en la rápida asimilación por la planta. Puede aplicarse en cualquier estado de desarrollo del cultivo con el objeto de favorecer el crecimiento vegetativo, la floración el cuajado, crecimiento y maduración de los frutos; mejora el rendimiento de la cosecha.

Es compatible con la mayoría de los plaguicidas, sin embargo es recomendable hacer una prueba de compatibilidad. No se debe mezclar con aceites, ácido fuerte u/o sustancias muy alcalinas. No aplicar a temperaturas extremas. (Agrifarma 2016).

Se ha optado utilizar estos productos debido a que podemos encontrarlos en el mercado local, son productos que presentan en su composición macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo de los vegetales, no provocan fitotoxicidad a la planta y su recomendación de uso según la empresa fabricante de los productos es fácilmente ajustable a las necesidades de aplicación requeridas en el presente ensayo. Además NUTRIFERTIL está compuesto con hormonas inductoras de enraizamiento; desarrollo o crecimiento acelerado de las plantas; de floración y maduración o fructificación.

3.4.2 Materiales de escritorio

Computadora, Calculadora, Impresora, Reglas, Lápiz, bolígrafos, hojas de papel

3.4.3 Materiales de campo

- Tractor agrícola
- Libreta de campo
- Wincha
- Mochila pulverizadora
- Azadones
- Estacas
- Cámara fotográfica
- Pala
- Carretilla
- Machete

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en el presente trabajo fue de bloques al azar con arreglo factorial (2x3) con 6 tratamientos a los que se adicionó el tratamiento testigo, por lo que se trabajó con 7 tratamientos y 3 repeticiones resultando en total 21 unidades experimentales

3.5.2 Características del diseño

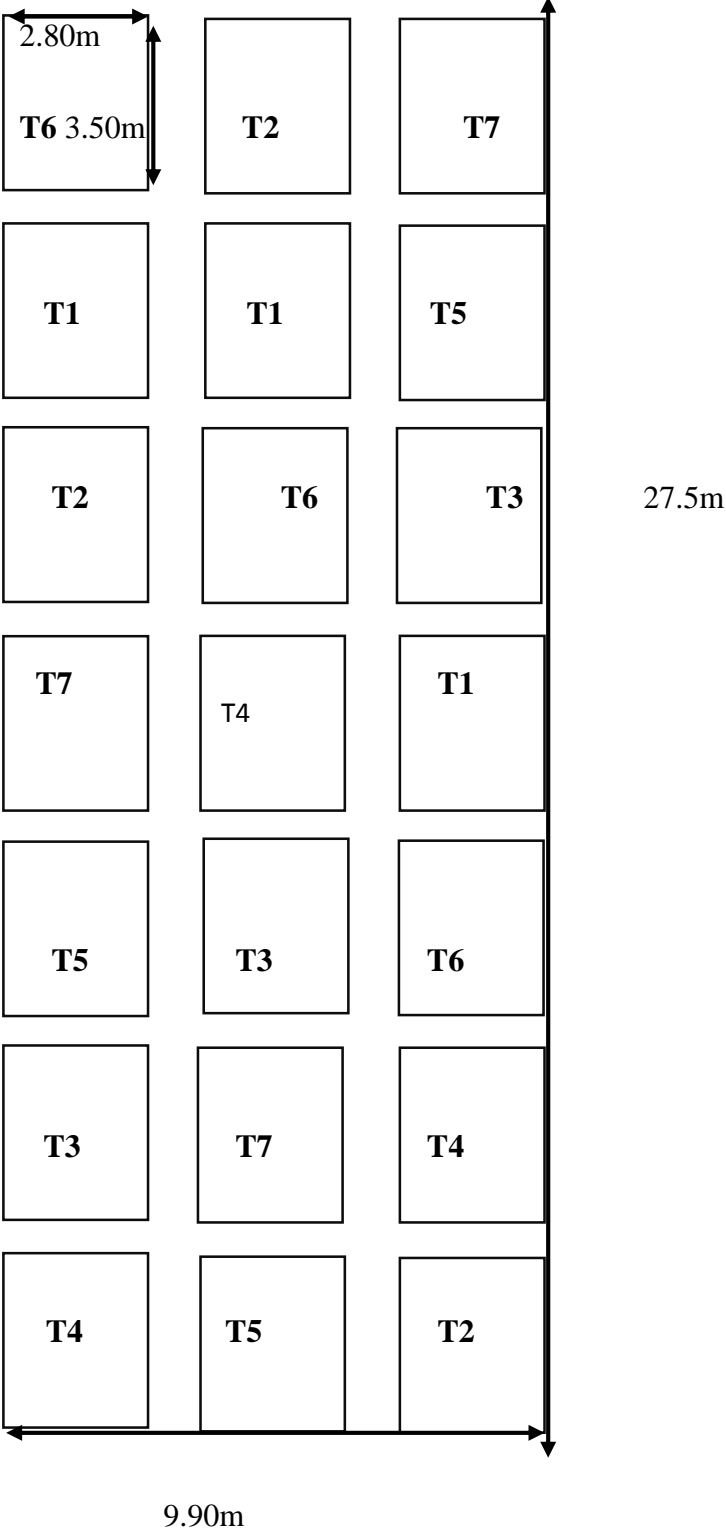
Nº de tratamientos: 7; Nº de repeticiones: 3; Nº de unidades experimentales: 21

3.5.3 Tratamientos

T = tratamiento; **V** = variedad desiree; **F1** = NUTRIFERTIL; **F2** = VITA FOLIAR 20-20-20; **P1**=emergencia-aporque-floración; **P2**=emergencia-aporque; **P3**=emergencia-floración.

- **T1=V+F1+P1** (variedad desiree con NUTRIFERTIL en “emergencia-aporque-floración”)
- **T2=V+F1+P2** (variedad desiree con NUTRIFERTIL en “emergencia-aporque”)
- **T3=V+F1+P3** (variedad desiree con NUTRIFERTIL en “emergencia-floración”)
- **T4=V+F2+P1** (variedad desiree con VITA FOLIAR 20-20-20 en “emergencia-aporque-floración”)
- **T5=V+F2+P2** (variedad desiree con VITA FOLIAR 20-20-20 en “emergencia-aporque”)
- **T6=V+F2+P3** (variedad desiree con VITA FOLIAR 20-20-20 en “emergencia-floración”)
- **T7= Testigo** (variedad desiree sin fertilización foliar complementaria)

3.5.4 DESCRIPCIÓN DEL CROQUIS EXPERIMENTAL



3.6 Procedimiento experimental

El ensayo experimental fue desarrollado desde el 26 de junio del 2016 al 2 de diciembre del mismo año.

3.6.1 Preparación del terreno

3.6.1.1 Arada del terreno

En fecha 26 de junio del 2016 se llevó a cabo una arada profunda, dicha labor se la realizó con un tractor empleando un arado de disco. La finalidad de esta labor es remover el suelo profundo, para que los insectos, larvas que se ocultan en el suelo y que posteriormente serán plaga del cultivo, queden expuestos a los depredadores naturales y a las bajas temperaturas de la noche.

Después de haber incorporado el estiércol de bovino, en fecha 1 de julio se realizó una cruzada y surcada con yunta, posteriormente en fecha 5 de agosto se llevó a cabo un riego con la finalidad de obtener un suelo a capacidad de campo a la hora de la siembra; en fecha 16 de agosto se realizó otra cruzada con yunta con el propósito de obtener un suelo blando, bien mullido a la hora de la siembra, para que los brotes de los tubérculos semilla puedan emerger fácilmente y las plantas puedan desarrollar un buen sistema radicular.

3.6.1.2 Adición de materia orgánica

La incorporación de materia orgánica se llevó a cabo el 30 de junio del 2016. La cantidad de materia orgánica que se incorporó no fue determinada con exactitud, se lo realizó de forma tradicional, pero posteriormente se realizó un análisis de fertilidad para saber el contenido de MO que tiene el suelo. La MO que se incorporó fue proveniente de estiércol bovino que fue obtenida en la misma localidad.

3.6.2 Análisis de fertilidad del suelo

El 25 de julio del 2016 se llevó a cabo el muestreo del suelo, el cual se lo realizó en zig zag, utilizando un machete para obtener las muestras simples, las muestras se obtuvieron a una profundidad aproximada de 30 cm, se sacaron 20 sub muestras, se homogeneizó las sub muestras y se cuarteó la muestra homogénea y luego se llevó la muestra compuesta al laboratorio de suelos, con la finalidad de analizar los siguientes parámetros:

- Densidad aparente
- Materia orgánica
- Fósforo y Potasio
- PH y Textura

3.6.2.1 Interpretación de los datos de laboratorio

La interpretación de los datos analizados en el laboratorio del SEDAG (Servicio Departamental Agropecuario), se realizó empleando la tabla de interpretación del CIAT de Santa Cruz, y para la materia orgánica y pH la tabla de interpretación propuesta por la FAO 2002. Cuya interpretación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro Nro. 8 Interpretación de datos

Parámetro	Contenido	Clase y/o grado
Materia Orgánica (MO)	2.81 %	Medio alto
PH	7.03	Suavemente alcalino
Fosforo aprovechable	35.39 ppm	Muy alto
Potasio intercambiable	0.35 meq/100g	Moderado
Textura	FY	Franco arcilloso

(Fuente: elaboración propia)

La oferta de nutrientes del suelo se determinó mediante los cálculos de interpretación que se encuentran en el anexo 1, a partir de los resultados de los análisis obtenidos del laboratorio; obteniéndose una disponibilidad de: N de 95 kg/ha; fósforo asimilable (P₂O₅) de 55 kg/ha; y de potasio asimilable (K₂O) de 332 kg/ha.

De acuerdo a Sierra A. y Vigliola M. se requiere un promedio de 150 kg de Nitrógeno asimilable, 56 kg de fósforo asimilable (P₂O₅), y 270 kg de potasio asimilable (K₂O), para obtener una producción de 30 ton/ha de tubérculo; por lo que se requiere la aplicación de nitrógeno, que fue aplicado en forma de urea

En el anexo 2 se presenta los cálculos y resultados de necesidad de fertilización edáfica a partir del requerimiento de nutrientes del cultivo, obteniéndose el siguiente plan de fertilización:

Cuadro Nro. 9 Plan de fertilización para el ensayo

ÉPOCA	DOSIS PARA TODO EL ENSAYO
A la siembra	2.1 kg de urea (46-00-00)
Al aporque	2.1 kg de urea (46-00-00)

(Fuente: elaboración propia)

La aplicación de los fertilizantes foliares fue realizada con la finalidad de respaldar la fertilización edáfica, ya que en algún momento determinado del ciclo del cultivo, podría producirse un estrés en la planta por condiciones adversas que se vayan a presentar, ya sea por variaciones climatológicas, fijación de nutrientes en el suelo, o deficiencias hídricas, circunstancias que conllevan a una deficiente absorción de nutrientes a través del sistema radicular de la planta.

3.6.3 Trazado de parcelas

Concluidas las labores de preparación del suelo, un día antes de la siembra se realizó el trazado de parcelas, en un total de 21 parcelas con las siguientes dimensiones: 3.50 x 2.80m respectivamente; separadas de una a otra por 0.50m, para poder distinguir las delimitaciones de líneas se espolvoreó un poco de ceniza en las líneas.

3.6.4 Siembra

La labor de siembra se realizó con la ayuda de yunta de bueyes.

La siembra se llevó a cabo en fecha 20 de agosto del 2016; la densidad de siembra fue de 40816 tubérculos semilla por hectárea, es decir a distancias de 0.35m entre planta y planta, y a 0.70m entre surco y surco, con lo que se obtuvieron 40 plantas por cada unidad experimental; y se sembró a una profundidad aproximada de 8-12cm. Juntamente con la siembra se realizó una fertilización edáfica localizada con el 50% del total de fertilizante corrector de la deficiencia nutricional del suelo de acuerdo a los resultados de los cálculos de análisis de suelo; sabiendo que la demanda del cultivo es de 150kg de N, 56kg de P₂O₅ y 270kg de K₂O . Para obtener 30 ton de tubérculo por hectárea.

3.6.5 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los fertilizantes foliares se la realizó mediante el empleo de una mochila pulverizadora manual; en tres programaciones, las cuales se indican en el cuadro siguiente; y a la dosis que recomienda la casa fabricante del producto las cuales son:

NUTRIFERTIL compuesto (80-100ml para 20L de agua). Y para VITA FOLIAR 20-20-20 (100-200ml para 20L de agua).

El siguiente cuadro presenta las programaciones de aplicación de los fertilizantes antes mencionados

Cuadro Nro. 10 Programaciones de aplicación de los fertilizantes foliares

Programación	Fertilizante foliar	Emergencia	Aporque	Floración
1	NUTRIFERTI L compuesto	X	X	X
2	NUTRIFERTI L compuesto	X	X	
3	NUTRIFERTI L compuesto	X		X
1	VITA FOLIAR 20-20-20	X	X	X
2	VITA FOLIAR 20-20-20	X	X	
3	VITA FOLIAR 20-20-20	X		X

La programación número uno consistió en aplicar fertilizante foliar a la “emergencia”(a los 35 días de la siembra), al “aporque”(a los 50 días de la siembra), y a la “floración”(a los 65 días de la siembra).

La programación número dos consistió en aplicar fertilizante foliar a la “emergencia”(a los 35 días de la siembra), y al “aporque”(a los 50 días de la siembra).

La programación número tres consistió en aplicar fertilizante foliar a la “emergencia”(a los 35 días de la siembra), y a la “floración”(a los 65 días de la siembra).

3.6.6 Manejo del cultivo

3.6.6.1 Manejo fitosanitario

En el transcurso del ensayo se realizaron tratamientos preventivos tanto de plagas como de enfermedades, los productos que se emplearon fueron:

LORSBAN PLUS (Clorpirifos + Cipermetrina) para el control del Gorgojo de los Andes (*Phyrdenus divergens*).

HOOLKER (Espirotetramato) para la prevención y control de Pulguilla (*Epitrix spp*), Pulgón (*Myzus persicae*), Polilla (*Pthorimoea operculella*).

FITOP (Imidazol + Pentopril) para la prevención de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*).

3.6.6.2 Riego

El tipo de riego que se empleó para el presente trabajo fue por gravedad; el agua que se utilizó para realizar los riegos respectivos fue proveniente del turno que tiene la propiedad, pero dicho turno es insuficiente debido a que beneficia cada 10 o 12 días por lo que también se utilizó agua proveniente de un pozo, que fue extraída a través de una bomba para riego, para poder cubrir la necesidad del cultivo.

Debido a la prolongada época de sequía y de acuerdo a las necesidades de cultivo, durante el ciclo del cultivo se llevaron a cabo aproximadamente 12 riegos.

3.6.6.3 Carpida

En fecha 28 de septiembre se realizó una carpida manual utilizando un azadón. El objetivo de esta labor es eliminar malezas, y mejorar las condiciones físicas del suelo para que el sistema radicular pueda extenderse fácilmente y para que los tubérculos no tengan ningún obstáculo mecánico para su crecimiento.

3.6.6.4 Aporque

En fecha 30 de septiembre se llevó a cabo una aplicación al voleo del 50% de fertilizante corrector de la deficiencia del suelo, de acuerdo a los resultados de análisis de suelo; y posteriormente se realizó el aporque; esta labor se realizó con la ayuda de una yunta de bueyes. Esta labor tiene el propósito de incorporar una capa de suelo a la base de las plantas con el fin de cubrir los estolones de forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización, además sirve para proporcionar sostén a la planta.

3.6.6.5 Cosecha

Al término de la madures de la planta y el órgano de interés, en fecha 2 diciembre se procedió a realizar la cosecha, la herramienta que se utilizó para cavar y extraer los tubérculos fue un azadón; al realizar la cosecha se llevó a cabo la toma de datos de rendimiento de producción y una selección por tamaño de tubérculos.

3.7 Variables evaluadas

Los datos que se tomaron para evaluar las variables se tomaron de las 16 plantas centrales de cada unidad experimental; luego se procedió a promediar.

3.7.1 Variable altura de la planta (cm)

Para obtener los datos para evaluar la altura de planta se utilizó un flexómetro, considerando la distancia existente desde la base de la planta hasta el extremo terminal; se registró a los 50 y 70 días de la plantación.

3.7.2 Variable índice de área foliar

Al finalizar el ciclo del cultivo se procedió a realizar la medición del índice de área foliar, para su realización se llevó a cabo el procedimiento que se indica a continuación:

Para obtener los datos de índice de área foliar primeramente se procedió a realizar un muestreo al azar de 9 hojas por tratamiento y se obtuvo su peso con la ayuda de una balanza, luego con la ayuda de un cilindro sacabocado se procedió a sacar de cada hoja una cilindrada, posteriormente se pesó los cilindros obtenidos, luego se calculó el peso para cada hoja y para cada cilindro, y como el cilindro tiene un área definida se hizo una relación entre el área-peso del cilindro con el peso de la hoja para obtener el área de una hoja, después se multiplicó por el número de hojas por planta para obtener el área de una planta; el índice de área foliar se obtiene de la división del área total de hoja entre el área del suelo .

3.7.3 Variable rendimiento por categorías

Para evaluar el rendimiento por categorías se ha seleccionado en dos categorías, categoría 1 (crecida: Tubérculos con peso mayor o aproximado de 300 g, y con diámetro mayor o aproximado de 10 cm) y categoría 2 (mediana: tubérculos con peso menor o aproximado de 300 g, y con diámetro menor o aproximado de 10 cm); no se ha realizado otra selección de tubérculos más pequeños porque la cantidad era insignificante.

3.7.4 Variable número de tubérculos por planta

Para obtener el número de tubérculos por planta se procedió a contar los tubérculos de las plantas de cada tratamiento y luego se procedió a promediar.

3.7.5 Variable rendimiento total en ton/ha

Para obtener el rendimiento de tubérculos por hectárea primero se procedió a pesar los tubérculos recolectados de las 16 plantas centrales de cada tratamiento, luego se sacó el promedio por planta para posteriormente multiplicarlo por el número de plantas/ha, luego se transforman los datos de kg a toneladas. Finalmente se procedió a la discusión de los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para llevar a cabo los resultados y discusiones primeramente se realizaron los análisis de varianza para los datos de las variables evaluadas: altura de planta, índice de área foliar, número de tubérculos por planta, y rendimiento en ton/ha.

4.1 Alturas de la planta a los 50 días de la siembra.

En el cuadro Nro. 11 se presentan los promedios de altura de planta en cm, de cada tratamiento y sus réplicas; datos que fueron obtenidos a los 50 días de la siembra, mediante el empleo de un flexo-metro.

Cuadro Nro11. Alturas de la planta a los 50 días de la siembra.

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	– X
		I	II	III		
T1	VF1P1	30.35	32.85	31.29	94.49	31.50
T2	VF1P2	34.60	35.90	30.00	100.5	33.5
T3	VF1P3	34.75	34.36	34.00	103.11	34.37
T4	VF2P1	31.84	32.25	36.50	100.59	33.53
T5	VF2P2	33.20	29.00	32.80	95	31.66
T6	VF2P3	34.00	35.80	32.70	102.5	34.16
T7	VF0	36.00	36.60	34.20	106.8	35.6

4.1.1 Análisis de varianza para la altura de la planta a los 50 días de la siembra.

En el cuadro 12 se demuestra el análisis de varianza para las medidas de altura tomadas a los 50 días de la siembra.

Cuadro Nro. 12 Análisis de varianza para la altura de planta a los 50 días de la siembra.

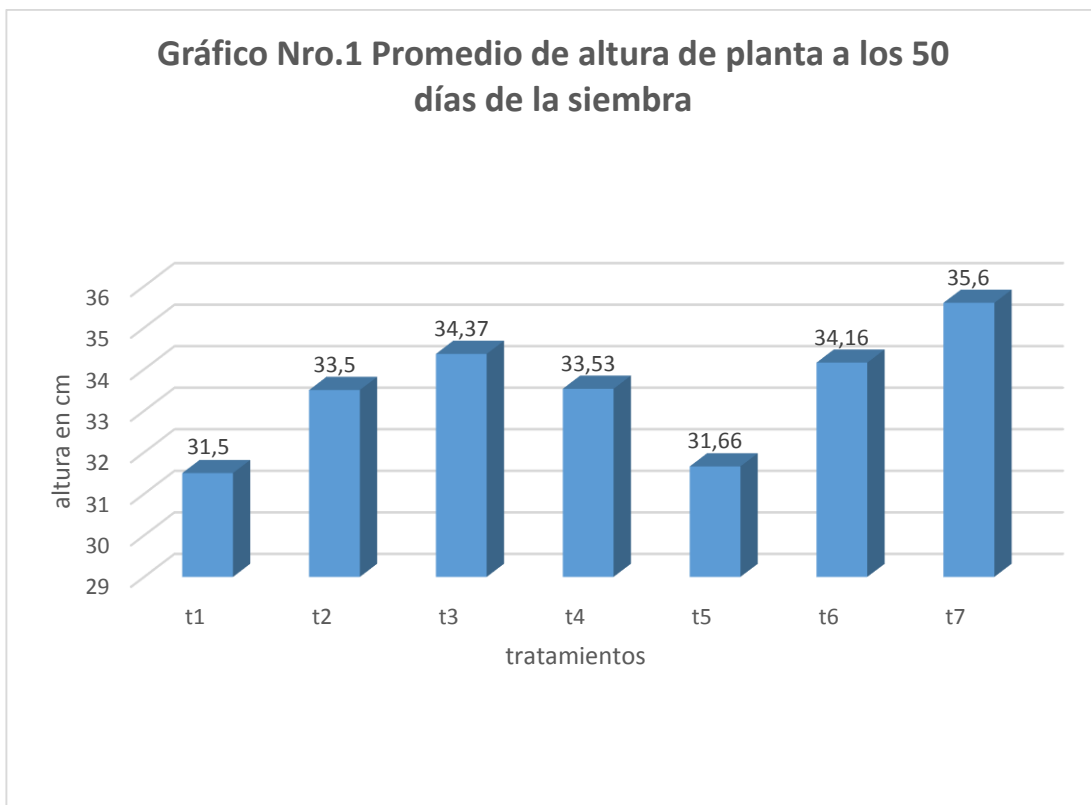
FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	FC	FT5%	Ft 1%
TOTAL	88.37	20				
BLOQUES	5.88	2	2.94	0.6 NS	3.88	6.93
TRATAMIENTOS	60	6	10	2.18 NS	3	4.82
ERROR	55	12	4.58			
FACTOR F	36.8	2	16.7	3.64 NS	3.88	6.93
FACTOR P	7.21	2	3.6	0.8 NS	3.88	6.93
INTERRELACIÓN F/P	15.93	4	3.98	0.9 NS	3.26	5.41

En el cuadro anterior la F calculada al ser menor que la F tabulada nos demuestra que no existe diferencia significativa para las medidas de altura de planta a los 50 días de la siembra. El coeficiente de variación es 6.39 por lo tanto se indica que los resultados del análisis de varianza son confiables.

La causa de que no exista una diferencia entre los diferentes tratamientos incluido el testigo es atribuible a que se realizó una fertilización edáfica nitrogenada para cubrir los requerimientos del cultivo y que en el suelo se presentaron condiciones apropiadas para que la planta pueda expresar un desarrollo normal

Gráfico Nro. 1 promedios de altura de planta a los 50 días de la siembra

En el grafico que sigue se representa los promedios de las medidas de altura de la planta de cada tratamiento; la medición de los datos fue llevada a cabo 50 días después de la siembra.



En el gráfico Nro. 1 se presentan los valores promedio de altura de la planta a los 50 días de la siembra. Observándose que los tratamientos que presentaron los valores promedio de altura ligeramente más elevado fueron el tratamiento T7 (tratamiento testigo) con un promedio de 35.6 cm de altura, seguido del tratamiento T3 (VF1P3) con un promedio de 34.37 cm de altura. También se observa que el valor promedio más bajo de altura pertenece al tratamiento T1 (VF1P1) con un promedio de 31.5 cm de altura.

4.2. Alturas de planta a los 70 días de la siembra.

El cuadro Nro. 13 representa los promedios de altura de planta de los tratamientos más sus réplicas, estos datos fueron tomados 70 días después de la siembra, datos que fueron obtenidos mediante el empleo de un flexo-metro.

Cuadro Nro. 13 Alturas de planta a los 70 días de la siembra

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	– X
		I	II	III		
1	Vf1p1	63.7	60.14	61.16	185.00	61.67
2	Vf1p2	64.80	61.38	62.12	188.30	62.77
3	Vf1p3	62.48	65.14	60.82	188.44	62.81
4	Vf2p1	61.80	63.28	64.31	189.39	63.13
5	Vf2p2	64.21	61.30	65.15	190.66	63.55
6	Vf2p3	60.95	64.12	65.25	190.32	63.44
7	Vf0	64.85	63.18	60.45	188.48	62.82

4.2.1 Análisis de varianza para la altura de planta a los 70 días de la siembra

En el cuadro Nro. 14 se presenta el análisis de varianza para los promedios de altura de planta medidas a los 70 días de la siembra, con la finalidad de observar el comportamiento del crecimiento de la planta, mediante la aplicación de fertilizante foliar de manera complementaria.

Cuadro Nro. 15 Análisis de varianza para la altura de planta a los 70 días de la siembra.

FUENTES DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	F tabulada	
					5%	1%
TOTAL	20	80.46				
BLOQUES	2	8.60	4.3	0.8	3.88 NS	6.93
TRATAMIENTOS	6	6.98	1.16	0.2	3	4.82
ERROR	12	64.88	5.40			
FACTOR F	2	4.17	2.09	0.4	3.88 NS	6.93
FACTOR P	2	1.48	0.74	0.1	3.88 NS	6.93
INTERRELACIÓN F/P	4	1.33	0.33	0.06	3.26 NS	5.41

En el anterior cuadro el valor de F calculada al ser menor que el valor de F tabulada al 5 y 1% de significación, demuestra que no existe ninguna diferencia significativa para las alturas de planta medidas a los 70 días de la siembra para los bloques, tratamientos, factores en estudio y su interacción. El resultado del coeficiente de variación es 3.69 por lo tanto se indica que los resultados del análisis de varianza son confiables.

Gráfico Nro. 2 promedio de altura de planta a los 70 días

En el siguiente grafico se representan los promedios de altura de planta de cada tratamiento; medidas que fueron realizadas a los 70 días de la siembra



El gráfico Nro. 2 representa los promedios de altura de planta medidas a los 70 días de la siembra. Observándose que los tratamientos que presentan los promedios ligeramente más altos son: el tratamiento T5 (VF2P2) con un promedio de 63.55 cm de altura seguido del tratamiento T6 (VF2P3) con un promedio de altura de 63.44 cm. También podemos observar que el tratamiento que presenta el promedio de altura más bajo es el tratamiento T1 (VF1P1) con un promedio de 61.67 cm.

Los promedios de altura de planta para los diferentes tratamientos coinciden con la descripción realizada por Brenes y Gómez en el año 2009 donde indican que la variedad desiree alcanza una altura de 50 a 65 cm. Esto quiere decir que hubo un adecuado suministro de nutrientes y que la incidencia climática fue regular para el normal crecimiento de la planta.

4.3 Índice de área foliar

El cuadro Nro. 16 representa los datos de índice de área foliar de los diferentes tratamientos más sus réplicas; medidas que fueron realizadas en la etapa final del ciclo del cultivo

Cuadro Nro. 16 Índice de área foliar

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	– X
		I	II	III		
T1	VF1P1	5.93	5.92	5.51	17.36	5.79
T2	VF1P2	5.37	6.55	5.55	17.47	5.82
T3	VF1P3	5.60	6.14	6.36	18.10	6.03
T4	VF2P1	4.88	6.27	6.31	17.46	5.82
T5	VF2P2	5.49	5.83	6.39	17.71	5.90
T6	VF2P3	5.69	5.75	5.97	17.41	5.80
T7	VF0	5.77	5.21	6.45	17.43	5.81

4.3.1 Análisis de varianza para el índice de área foliar

En el cuadro Nro. 17 se representa el análisis de varianza para el índice de área foliar; con el objetivo de observar el comportamiento del desarrollo foliar entre los diferentes tratamientos ante la aplicación complementaria de fertilizante foliar.

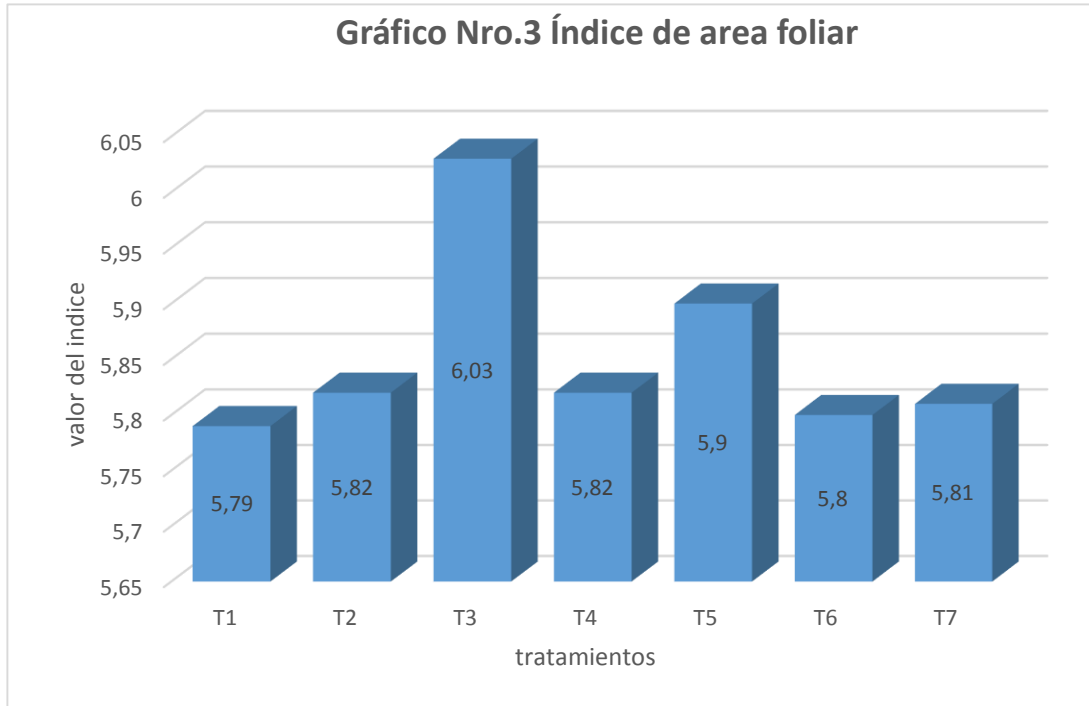
Cuadro Nro. 17 Análisis de varianza para el índice de área foliar

FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TOTAL	20	5.47				
BLOQUES	2	1.53	0.7	2.3 NS	3.88	6.9 3
TRATAMIENTOS	6	0.15	0.02	0.06 NS	3	4.82
ERROR	12	3.79	0.3			
FACTOR F	2	0.1	0.05	0.16 NS	3.88	6.93
FACTOR P	2	0.1	0.05	0.16 NS	3.88	6.93
INTERRELACION F/P	4	0.2	0.05	0.16 NS	3.26	5.41

En el anterior cuadro, el valor de f calculada tanto para los bloques, los tratamientos los factores en estudio y su interacción es menor que la f tabulada por lo tanto no existe diferencia significativa para el índice de área foliar. El resultado del coeficiente de variación es 9.36, por lo tanto se indica que los resultados del análisis de varianza son confiables.

Gráfico Nro. 3 índice de área foliar

En el grafico siguiente se presenta los promedios de índice de área foliar de cada tratamiento



El gráfico Nro. 3 representa los promedios de los índices de área foliar de cada tratamiento, observándose que los tratamientos que presentan los valores promedio más elevados son: el tratamiento T3 (VF1P3) con un valor promedio de 6.03, seguido por el tratamiento T5 (VF2P2) con un valor promedio de 5.90; también se puede observar que el tratamiento T1 (VF1P1) presenta el promedio más bajo con un valor de 5.79.

El hecho de que no difiera significativamente ningún tratamiento incluyendo el testigo hace referencia a que hubo un suministro adecuado de nutrientes para que la planta puede desarrollar un buen follaje, ya que los resultados obtenidos son un poco superiores a los obtenidos de variedades criollas de Córdoba, como muestra una investigación realizada por De La Casa et al en el año 2006 sobre el uso del Índice de

Área foliar para determinar la radiación interceptada; donde se obtuvieron resultados de 4 a 5 para el IAF.

4.4 Número de tubérculos por planta

En el cuadro Nro. 18 se presenta los valores promedio del número de tubérculos por planta de los diferentes tratamientos más sus réplicas, datos que fueron obtenidos al momento de la cosecha.

Cuadro Nro.18 promedio del número de tubérculos por planta

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	- X
		I	II	III		
T1	VF1P1	6.6	8.8	8.4	23.8	7.9
T2	VF1P2	8.9	9.7	8.5	27.1	9
T3	VF1P3	7.9	7.8	8.2	23.9	8
T4	VF2P1	6.3	8.4	6.4	21.1	7
T5	VF2P2	7.4	8.1	6.6	22.1	7.4
T6	VF2P3	7.4	8.1	6.9	22.4	7.5
T7	VF0	7.3	7.8	10	25	8.4

4.4.1 Análisis de varianza para el número de tubérculos/planta

En el cuadro Nro. 19 se representa el análisis de varianza para el número de tubérculos por planta; este análisis fue realizado con el propósito de observar el comportamiento de la cantidad de tubérculos por planta, mediante la fertilización foliar de manera complementaria.

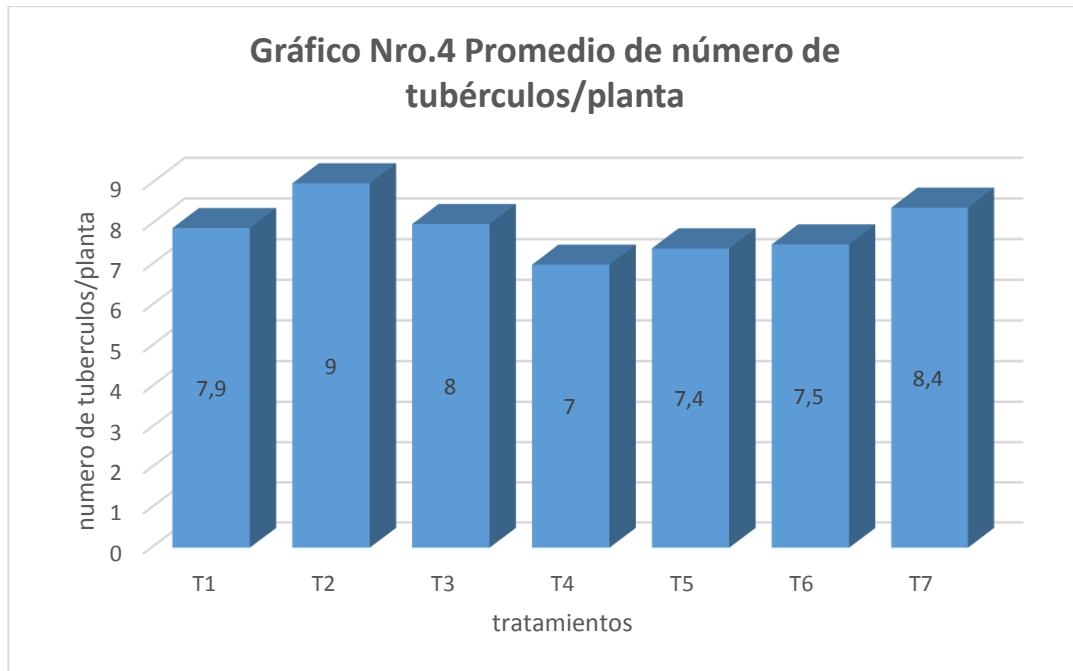
Cuadro Nro. 19 Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TOTAL	20	29.9				
BLOQUES	2	5.1	2.6	1.5	3.88	6.93
TRATAMIENTOS	6	4.3	0.7	0.4	3	4.82
ERROR	12	20.5	1.7			
FACTOR F	2	1.6	0.8	0.5	3.88	6.93
FACTOR P	2	1	0.5	0.3	3.88	6.93
RELACION F/P	4	1.7	0.4	0.2	3.26	5.41

En el anterior cuadro la F calculada al ser menor que la F tabulada para los tratamientos, bloques, factores en estudio y su interacción se afirma que no existe diferencia significativa para el número de tubérculos por planta. El valor del coeficiente de variación es 16.5 por lo tanto se demuestra la confiabilidad de los resultados del análisis de varianza

Gráfico nro. 4 Promedios de número de tubérculos por planta

En el grafico siguiente se representa los promedios del número de tubérculos por planta de los diferentes tratamientos.



El gráfico Nro. 6 presenta los promedios del número de tubérculos por planta; en donde se puede apreciar que los tratamientos con el promedio ligeramente más elevados son el tratamiento T2 (VF1P2) con promedio de 9 tubérculos por planta seguido del tratamiento T7 (VF0) con un promedio de 8.4 tubérculos por planta; también se puede observar que el tratamiento T4 (VF2P1) presenta el promedio más bajo con 7 tubérculos por planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el número de tubérculos por planta no se coincide con la descripción de la variedad que realiza Brenes y Gómez en el 2009 en costa rica donde se indica que es una variedad que produce tubérculos en abundancia (15-20 tubérculos por planta). Pero si se coincide con un ensayo sobre evaluación agronómica de dos variedades de papa, en Chocloca y La Huerta, donde se obtuvieron un promedio de 9 tubérculos por planta para la variedad desiree.

La coincidencia del número de tubérculos con el ensayo realizado en Chocloca y la Huerta es atribuible a la similitud de clima que presenta el Valle Centra de Tarija.

4.5 Rendimiento en peso por unidad de superficie de tubérculo cosechado

Para evaluar el rendimiento de tubérculo, se han seleccionado dos categorías: categoría 1 (crecida) que consistió en los tubérculos cuyo peso aproximado era mayor a 300 gramos. Y la categoría 2 (mediana) que consistió en los tubérculos con un peso aproximado o menor de 300 gramos.

4.5.1 Rendimiento de tubérculo de la categoría 1 (crecida)

En el cuadro Nro. 20 se presentan los datos de rendimiento de tubérculo en ton/ha de la categoría 1 (crecida), datos que fueron obtenidos del ensayo en kg/m² y posteriormente convertidos a ton/ha

Cuadro Nro. 20 Rendimiento de tubérculo de la categoría 1 (crecida) en ton/ha

Nro.	tratamientos	Replicas			Σ	\bar{X}
		I	II	III		
T1	VF1P1	38.40	39.18	40.55	118.13	39.38
T2	VF1P2	37.25	39.42	39.76	116.43	38.81
T3	VF1P3	39.13	42.15	40.61	121.89	40.63
T4	VF2P1	38.18	40.25	41.28	119.71	39.90
T5	VF2P2	40.10	39.12	41.65	120.87	40.29
T6	VF2P3	39.60	38.08	40.18	117.86	39.28
T7	VF0	38.28	39.86	41.36	119.50	39.83

4.5.1.1 Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha de la categoría 1 (crecida)

En el cuadro Nro. 21 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha de tubérculo de la categoría 1 (crecida); este análisis se realizó para observar el comportamiento del tamaño y peso de los tubérculos, aplicando fertilizante foliar de manera complementaria.

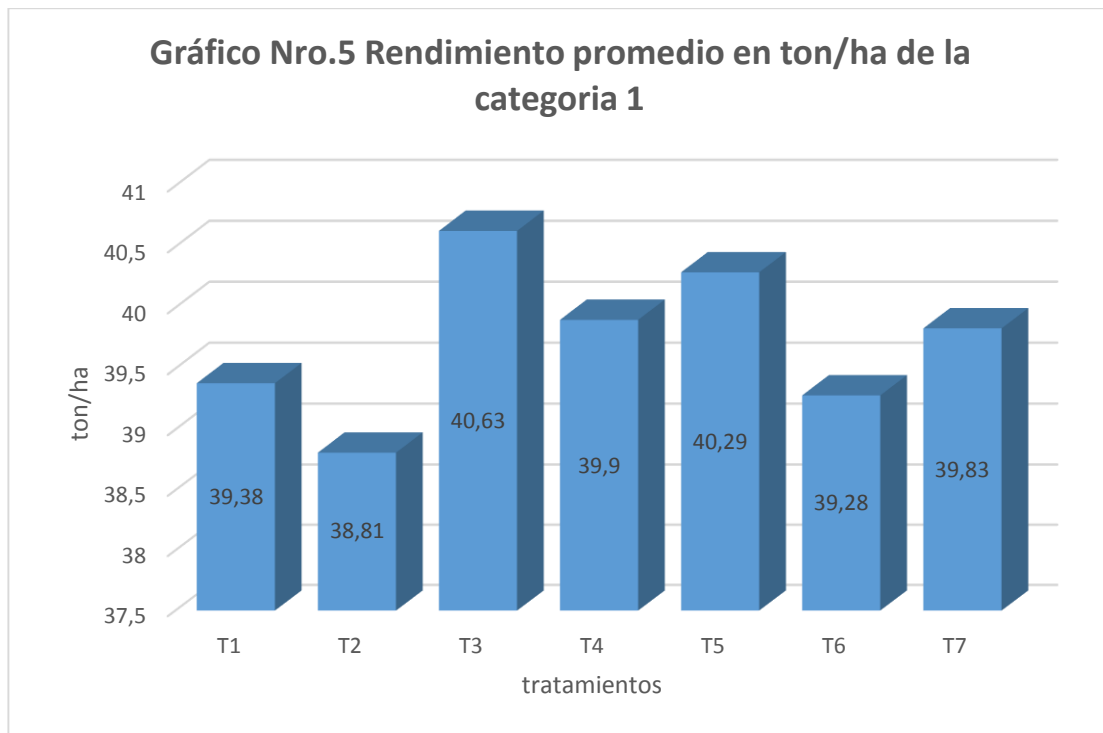
**Cuadro Nro. 21 Análisis de varianza para el rendimiento de la categoría 1
(crecida) en ton/ha.**

FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	F CALCULADA	F TABULADA	
					5%	1%
TOTALES	20	42.50				
BLOQUES	2	23.60	11.8	13.11 *	3.88	6.93
TRATAMIENTOS	6	7.04	1.17	1.3 NS	3	4.82
ERROR	12	11.86	0.9			
FACTOR F	2	0.37	0.18	0.20 NS	3.88	6.93
FACTOR P	2	0.30	0.15	0.16 NS	3.88	6.93
INTERRELACION F/P	4	6.37	1.59	1.76 NS	3.26	5.41

El cuadro anterior nos indica que no existe diferencia significativa para el rendimiento de papa de la categoría 1 (crecida) tanto para los tratamientos, los factores F (fertilización) y P (programación de aplicación) y su interrelación; pero sí existe una diferencia significativa para los bloques. El coeficiente de variación tiene un valor de 2.38, por lo tanto se afirma que los resultados del análisis de varianza son confiables.

Gráfico nro. 5 promedios de rendimiento de tubérculo de la categoría 1 (crecida) en ton/ha

En el gráfico siguiente se representa el rendimiento promedio en ton/ha de la categoría 1 (crecida)



En el gráfico nro. 4 representa los rendimientos promedio en ton/ha de la categoría 1; en el cual se observa que los rendimientos promedio ligeramente más elevados de esta categoría los tienen los tratamientos T3 (VF1P3) con un rendimiento promedio de 40.63 ton/ha, seguido el tratamiento T5 (VF2P2) con un rendimiento promedio de 40.29 ton/ha, también se observa que el tratamiento T2 (VF1P2) obtuvo el más bajo rendimiento con un promedio de 38.81 ton/ha.

4.5.2 Rendimiento de tubérculo de la categoría 2 (mediana)

En el cuadro Nro. 22 se presentan los datos de rendimiento de tubérculo en ton/ha de la categoría 2 (mediana), datos que fueron obtenidos del ensayo en kg/m² y posteriormente convertidos a ton/ha

Cuadro Nro. 22 rendimiento de tubérculo en ton/ha de la categoría 2 (mediana)

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	– X
		I	II	III		
T1	VF1P1	10.07	11.84	10.47	32.38	10.79
T2	VF1P2	13.77	16.7	9.8	40.27	13.42
T3	VF1P3	16.99	12.69	10.41	40.09	13.36
T4	VF2P1	10.29	10.77	7.19	28.25	9.42
T5	VF2P2	16.02	10.44	11.92	38.38	12.80
T6	VF2P3	11.42	15.49	13.39	40.3	13.43
T7	VF0	10.19	16.23	12.21	38.63	12.88

4.5.2.1 Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha de tubérculo de la categoría 2 (mediana)

En el cuadro Nro. 23 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha de tubérculo de la categoría 2 (mediana); este análisis se realizó para observar el comportamiento del tamaño y peso de los tubérculos, aplicando fertilizante foliar de manera complementaria.

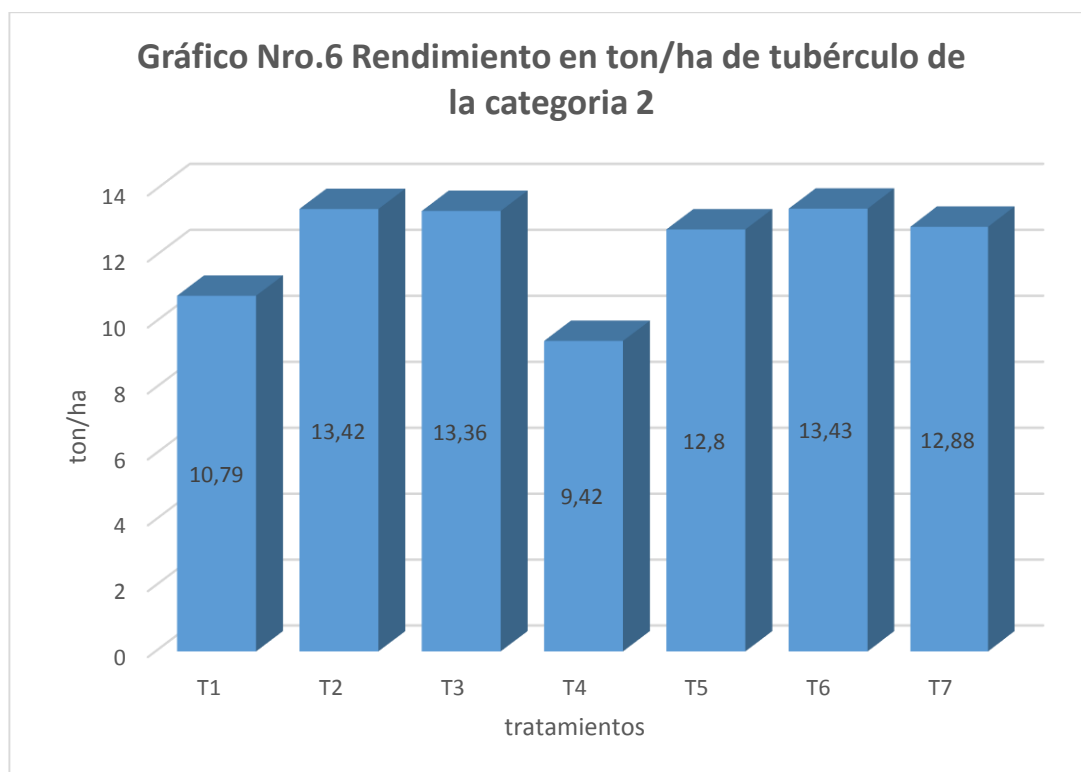
**Cuadro Nro. 23 Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha de tubérculo
de la categoría 2 (mediana)**

Fuente de varianza	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TOTAL	20	183.36				
BLOQUES	2	41.16	20.58	2.56 NS	3.88	6.93
TRATAMIENTOS	6	46.05	7.68	0.96 NS	3	4.82
ERROR	12	96.15	8.01			
FACTOR F	2	4.58	2.29	0.29 NS	3.88	6.93
FACTOR P	2	26.60	13.3	1.66 NS	3.88	6.93
INTERRELACION F/P	4	14.87	3.71	0.46 NS	3.26	5.41

En el anterior cuadro al ser la F calculada menor que la F tabulada podemos afirmar que no existe ninguna diferencia significativa para el rendimiento en ton/ha de la categoría 2 (mediana) tanto para los bloques, tratamientos, factores en estudio y su interrelación.

Gráfico nro. 6 promedio de rendimientos en ton/ de tubérculo de la categoría 2 (mediana)

En el gráfico que sigue se representa los rendimientos en ton/ha de la categoría 2 (mediana), de los diferentes tratamientos.



El gráfico nro. 5 representa los promedios de rendimiento en ton/ha de la categoría 2 (mediana) en el cual se observa que los tratamientos con promedios de rendimiento ligeramente más altos son: T6 (VF2P3) y T2 (VF1P2) con promedios de 13.43 y 13.42 respectivamente; también se observa que el tratamiento T4 (VF2P1) presenta el promedio más bajo de rendimiento de la categoría 2 (mediana) con 9.42 ton /ha.

No se realizó una selección de otra categoría por que las cantidades de papas pequeñas fueron insignificantes en todos los tratamientos.

4.5.3 Rendimiento general en peso por unidad de superficie

En el cuadro Nro. 24 se presentan los datos de rendimiento de los diferentes tratamientos en cada una de sus réplicas, los datos fueron obtenidos en kg/m² y posteriormente convertidos a ton/ha.

Cuadro Nro. 24 rendimiento general en ton/ha

Nro.	Tratamientos	Réplicas			Σ	– X
		I	II	III		
T1	VF1P1	48.47	51.02	51.02	150.51	50.17
T2	VF1P2	51.02	56.12	49.56	156.7	52.23
T3	VF1P3	56.12	54.84	51.02	161.98	53.99
T4	VF2P1	48.47	51.02	48.47	147.96	49.32
T5	VF2P2	56.12	49.56	53.57	159.15	53.05
T6	VF2P3	51.02	53.57	53.57	158.16	52.72
T7	VF0	48.47	56.12	53.57	158.16	52.72

4.5.3.1 Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha

En el cuadro Nro. 25 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento general de tubérculo en ton/ha, este análisis fue realizado con la finalidad de verificar el comportamiento del rendimiento por unidad de superficie, mediante la fertilización foliar complementaria y poder recomendar el mejor tratamiento.

Cuadro Nro. 25 Análisis de varianza para el rendimiento general en ton/ha

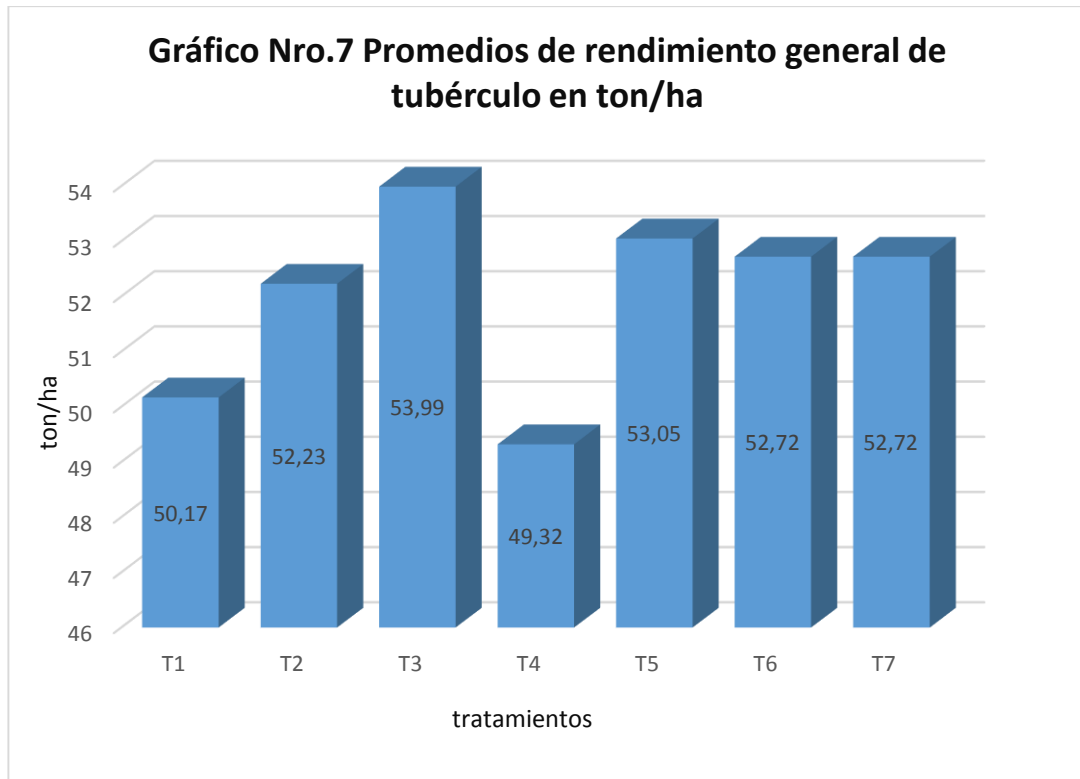
FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
TOTAL	20	226.64				
BLOQUES	2	54.08	27.04	2.70 NS	3.88	6.93
TRATAMIENTOS	6	52.30	8.7	0.87 NS	3	4.82
ERROR	12	120.26	10			
FACTOR F	2	4.75	2.38	0.23 NS	3.88	6.93
FACTOR P	2	29.27	14.64	1.46 NS	3.88	6.93
RELACION F/P	4	18.28	4.57	0.46 NS	3.26	5.41

En el cuadro anterior el valor de F calculada tanto para los tratamientos, bloques, factores en estudio y su interacción, es menor que el valor de F tabulada por lo tanto no existe diferencia significativa para el rendimiento del cultivo con ninguno de los tratamientos. El valor del coeficiente de variación es 6, por lo tanto se indica que los resultados son confiables

El hecho de que no exista una diferencia significativa entre los tratamientos que se aplicaron fertilizante foliar con el testigo es atribuible a que tanto en el suelo como en la atmosfera se presentaron condiciones ideales para la absorción de nutrientes a través del sistema radicular de la planta.

Gráfico nro. 7 promedio de rendimiento general en ton/ha de tubérculo

En el siguiente gráfico se representa los promedios de rendimiento general de tubérculo en ton/ha para cada tratamiento.



El gráfico nro. 7 representa los valores promedio del rendimiento en ton/ha de los tratamientos en estudio, observándose que los tratamientos que presentaron los rendimientos promedio ligeramente más elevados fueron el tratamiento T3 (VF1P3) con un promedio de 53.99 ton/ha, seguido del tratamiento T5 (VF2P2) con un promedio de 53.05 ton/ha. También se puede observar que el tratamiento T4 (VF2P1) presenta un rendimiento más bajo con un promedio de 49.32 ton/ha.

Los resultados de rendimiento en ton/ha que se obtuvieron en el ensayo son sumamente elevados en comparación con los rendimientos obtenidos en un ensayo realizado el 2002 sobre evaluación agronómica de dos variedades de papa en Chocloca y La Huerta donde se obtuvieron 18.5 ton/ha para la variedad desiree. Pero cabe hacer notar que en

el ensayo nombrado anteriormente no se llevó a cabo un análisis de suelo para fertilizar adecuadamente, solamente se realizaron tres riegos durante todo el ciclo del cultivo y no se utilizó tubérculo semilla certificada para la siembra.

Los resultados para el rendimiento coinciden con los rendimientos mencionados en el informativo realizado por Varas Edmundo en Villa Alegre-Chile en el año 2003, sobre riego en papas uno de los factores para lograr altos rendimientos, donde se indica que con una frecuencia de riego de 7 días se obtuvieron 50.5 ton/ha en la variedad desiree, mientras que con frecuencia de 14 días disminuye a 38 ton/ha.

Los resultados de rendimiento en ton/ha son superiores, pero la diferencia no es muy grande con los resultados obtenidos en un ensayo llevado a cabo por Fidelia Tolaba en el 2012 en Santa Ana La Vieja, sobre evaluación de la respuesta del cultivo de la papa variedad desiree a la aplicación de abonos orgánicos para suplir el fertilizante químico, donde se obtuvo un rendimiento máximo de 43.67 ton/ha

Los rendimientos para los distintos tratamientos incluido el testigo son elevados; este hecho hace notar que se dieron las condiciones óptimas para los diferentes factores que intervienen en la productividad. Como ser: adecuada preparación del suelo, riego oportuno, utilización de semilla de calidad, control de plagas y enfermedades, prácticas culturales adecuadas, etc.

4.6 Análisis económico

Se realizó una estimación de costos e ingresos de producción para una hectárea de papa. El siguiente cuadro presenta los costos fijos necesarios para cultivar una hectárea de papa.

Cuadro Nro. 26 Costos fijos de producción para una hectárea

1 ACTIVIDAD				
PREPARACION DEL TERRENO	Unidad	Cantidad	Valor unitario (bs)	Valor total (bs)
Arada con tractor	Hora	2	150	300
Tres Cruzadas con yunta	Jornal	3	300	900
Surcada con yunta	Jornal	1	300	300
SIEMBRA				
Yunta más el yuntero	jornal	1	300	300
Echadores de tubérculos semilla	jornal	4	100	400
Aplicador de fertilizante base	jornal	1	100	100

MANEJO DEL CULTIVO	unidad	Cantidad	Valor unitario (bs)	Valor total (bs)
Carpida manual con azadón	jornal	10	100	1000
Aporque con yunta	jornal	1	300	300

Riego	jornal	12	100	1200
Control de plagas y enfermedades	jornal	10	100	1000
Cosecha y acarreo	jornal	100	100	10000
INSUMOS Y MATERIALES	Unidad	Cantidad	Valor unitario (bs)	Valor total (bs)
Estiércol de bovino	Sacos	200	10	2000
Fungicidas	botes de 1 litro	2	400	800
Insecticidas	Botes de 1 litro	2	300	600
Tubérculo semilla	Quintales	61	390	23790
Costos totales fijos (bs)				42990

4.7 Costos variables

Los costos variables son aquellos costos que se adiciona a los costos fijos para poder llevar a cabo cada uno de los tratamientos.

En el siguiente cuadro se presenta los costos variables para una hectárea, que se tendría con cada tratamiento.

Cuadro Nro. 27 Costos variables de los tratamientos para una hectárea

Tratamiento	LITROS	PRECIO POR LITRO(bs)	JORNALES	PRECIO POR JORNAL (bs)	Costo Total Variable (bs)
T1 (VF1P1)	3	150	3	150	900
T2 (VF1P2)	2	150	2	150	600
T3 (VF1P3)	2	150	2	150	600
T4 (VF2P1)	6	75	3	150	900
T5 (VF2P2)	4	75	2	150	600
T6	4	75	2	150	600
T7 (VF0)	0	0	0	0	0

4.8 Ingreso bruto

El ingreso bruto se refiere al ingreso total de dinero que se obtiene por la venta del total de producto cosechado.

En el siguiente cuadro se presenta los ingresos totales que se obtendrían de una hectárea con cada tratamiento.

Cuadro Nro. 28 Ingreso bruto por tratamiento para una hectárea

Tratamientos	Rendimiento en qq (bs)	Precio promedio por qq	Beneficio bruto (bs)
T1	1090.7	130	141784.8
T2	1135.4	130	147606.5
T3	1173.7	130	152580.4
T4	1072.2	130	139382.6
T5	1153.3	130	149923.9
T6	1146.1	130	148991.3
T7	1146.1	130	148991.3

4.9 Beneficio neto por tratamiento

Para obtener el beneficio neto, se resta los costos totales del ingreso bruto. El cuadro siguiente representa los beneficios totales que se obtendrían de una hectárea.

Cuadro Nro. 29 beneficio neto de cada tratamiento de una hectárea

Tratamiento	Beneficio bruto(bs)	Costo fijo total (bs)	Costo variable total(bs)	Beneficio neto (bs)
T1	141784.8	42990	900	97894.8
T2	147606.5	42990	600	104016.5
T3	152580.4	42990	600	108990.4
T4	139382.6	42990	900	95492.6
T5	149923.9	42990	600	106333.9
T6	148991.3	42990	600	105401.3
T7	148991.3	42990	0	106001.3

4.10 Relación beneficio/costo

Para obtener la relación beneficio/costo se divide el beneficio neto entre el costo total. En el siguiente cuadro se presenta la relación beneficio/costo que se obtiene con cada tratamiento.

Cuadro Nro. 30 relación beneficio/costo

Tratamiento	Beneficio neto	Costo total	Relación beneficio/costo
T1	97894.8	43890	2.23
T2	104016.5	43590	2.39
T3	108990.4	43590	2.50
T4	95492.6	43890	2.18
T5	106333.9	43590	2.44
T6	105401.3	43590	2.42
T7	106001.3	42990	2.47

El anterior cuadro nos indica que el tratamiento que presenta una relación beneficio/costo mayor es el tratamiento T3 con una relación beneficio/costo de 2.50; seguido del tratamiento T7 con 2.47. Esto quiere decir que por cada boliviano invertido se tendrá una ganancia de 2.50 y 2.47 bolivianos respectivamente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- En cuanto se refiere a la altura de planta, no existe ninguna diferencia significativa; es decir todos los tratamientos más el testigo arrojaron resultados similares. Tanto para los datos obtenidos a los 50 días como así para los obtenidos a los 70 días.
- No existe diferencia significativa para los resultados del índice de área foliar entre los tratamientos realizados ni con el testigo.
- Para los rendimientos en ton/ha por categoría no existe diferencia significativa para ninguno de los resultados de los tratamientos ni para el testigo, tanto para la categoría 1 (crecida) como así para la categoría 2 (mediana).
- No existe ninguna diferencia significativa para el número de tubérculos por planta en ninguno de los tratamientos, incluyendo el testigo.
- En cuanto se refiere al rendimiento general en ton/ha estadísticamente no existe ninguna diferencia significativa para ninguno de los tratamientos incluyendo el testigo.
- En lo que se refiere a la relación beneficio costo se concluye que los tratamientos con mayor utilidad son el T3 (VF1P3) y el T7 (VF0) que presentan una relación de beneficio costo de 2.50 y 2.47 respectivamente.

- Mediante los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis planteada; y se concluye que la aplicación complementaria de fertilizante foliar al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) variedad desiree no produce ningún efecto en beneficio de la productividad. Siempre y cuando se controlen todos los factores que afectan el buen desarrollo del cultivo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda utilizar tubérculo semilla certificado; para asegurar un buen desarrollo del cultivo.
- Se recomienda realizar un buen manejo del cultivo, no laborear el suelo cuando está muy húmedo para evitar la compactación, prevenir la presencia de plagas y enfermedades, no descuidar los riegos en periodos de sequía.
- Se recomienda la aplicación de fertilizante al suelo de acuerdo a los resultados del análisis del suelo, para evitar el uso inapropiado del fertilizante.
- Se recomienda mantener elevados los niveles de materia orgánica en el suelo, mediante la incorporación de restos de cultivos y la incorporación adicional de estiércol.