

INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Centro Internacional de la Papa, la papa (*Solanum tuberosum* L.) pertenece a la familia de las solanáceas de plantas con flores. Se originó y fue domesticada por primera vez en las montañas de los Andes de Sudamérica. La papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo. Aproximadamente 1.4 mil millones de personas consumen papa regularmente (consumo **per cápita** más de 50 kg al año). (CIP 2020)

La producción global de papa es de aproximadamente 341 millones de toneladas en una superficie de 20 millones de hectáreas. China es el productor más grande y produce entre 66 y 71 millones de toneladas. Otros productores grandes son Rusia, La India, Polonia, EEUU, Ucrania, Alemania, Países Bajos y Bielorusia. El rendimiento promedio mundial es de 8,5 t/ha, pero hay mucha variación y muchos de los países desarrollados producen más de 20 t/ha. .

En América del sur, los mayores productores son: Perú que produce 5 millones, con rendimientos de 15 tn/ha, Argentina y Brasil como más de 2 millones de toneladas anuales y rendimientos promedio superiores a las 30 tn/ha., Ecuador produce 269 millones con 12,18 tn/ha de rendimiento, mientras que Bolivia produce 1.2 millones de toneladas, pero con un rendimiento de 6,42 tn/ha según datos oficiales.

En el departamento de Tarija, la papa ha sido un cultivo tradicional e indispensable en la zona de altura y valles, hasta que se introdujo en la década de los 90, una variedad de la subespecie *tuberosum* y de procedencia holandesa cual es Desirée. Esta variedad precoz (ciclo de cultivo 3 meses), ha permitido realizar dos siembras al año en la zona de valle (miska en agosto y tardía en febrero) con semilla traída de las zonas semilleras ubicadas en las alturas.

Posteriormente, los productores de semilla de valles de altitud intermedia (como Tucumilla en San Lorenzo y Camacho en Padcaya), han logrado producir semilla que esté en condiciones de siembra para el mes de abril, lo cual ha posibilitado que se

desarrolle un importante potencial para la siembra de invierno en las tierras bajas de la zona de Bermejo, Entre Ríos, Carapari y la llanura chaqueña en parcelas con riego.

Uno de los aspectos más importantes de la producción de papa de invierno, es que se está abasteciendo de papa a los mercados en los meses en los que la demanda crece y el país se ve obligado a importar papa, principalmente del Perú en grandes volúmenes, que como se vio, es el más grande productor de papa del cono Sur. La demanda nacional de papa de variedad Desirée, que es una papa adecuada para el fritado, se debe a que el consumo de comida rápida está incrementándose de manera relevante. **Casso R. 2022, entrevista personal**

2 JUSTIFICACIÓN

Como se ha mencionado, uno de los factores importantes para el incremento de los promedios de rendimiento en el cultivo de la papa, es indudablemente una adecuada fertilización de los cultivos, considerando el contenido de los suelos, los requerimientos del cultivo y las incorporaciones óptimas de fertilizantes minerales.

Los productores de papa ubicados en la zona del subandino (Bermejo, Entre Ríos y Carapari) y la llanura chaqueña, no cuentan con criterios técnicos basados en la experimentación científica, que le permitan aplicar las dosis adecuadas de fertilizante mineral y lograr rendimientos acordes a las inversiones que amerita este cultivo. Por el contrario, los productores con tradición en el cultivo aplican criterios de fertilización que conocen por la experiencia en las zonas de altura y no son los que requiere el cultivo en los suelos de las zonas bajas, incidiendo en mayores costos de producción. Evidentemente, estos suelos y el comportamiento del cultivo es distinto, lo cual amerita y justifica el realizar investigaciones que aporten a un manejo de la fertilización en el cultivo de la papa.

La producción de la papa en las tierras bajas es una actividad productiva relevante, en suelos que recién se están habilitando para este cultivo, por lo cual también es conveniente que se practique un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, reponiendo oportunamente las extracciones que realiza el cultivo.

El costo de los fertilizantes, especialmente el fosforado que es clave para el cultivo de la papa, se ha incrementado drásticamente este último año, debido a la pandemia que ha limitado el comercio y últimamente debido a la crisis entre Rusia y Ucrania, situación que se prevé pueda prolongarse. Actualmente el costo de un quintal de abono ha subido a 600 Bs, lo cual representa casi un 100% más en el mercado local. Por lo tanto, es importante y justifica plenamente este estudio que se enfoca a optimizar el uso de fertilizantes.

3 PROBLEMA

No se cuenta con estudios sobre la fertilización mineral en el cultivo de la papa de invierno en zonas productoras del subandino, que permitan orientar a los agricultores con criterios técnicos y posibiliten incrementar los rendimientos, uniformidad de la producción con tubérculos de tamaños adecuados para los requerimientos del mercado y costos de producción óptimos en relación con la incorporación de macronutrientes (N P K).

4 OBJETIVOS:

4.1 GENERAL

1. Determinar el nivel óptimo en la incorporación de macronutrientes (balance N P K), para la producción de papa de invierno en las condiciones de la comunidad de Sausalito en el municipio de Caraparí, departamento de Tarija, en términos de rendimientos del cultivo y respuesta a las inversiones en fertilizantes minerales.

4.2 ESPECÍFICOS

2. Evaluar el peso del tubérculo por planta con diferentes dosis de fertilización mineral en dos variedades Marcela y Desirée.
3. Evaluar el número de tubérculos por planta con diferentes dosis de fertilización mineral en dos variedades Marcela y Desirée.
4. Evaluar el rendimiento de las dos variedades Marcela y Desirée expresado en toneladas por hectárea.

5. Evaluación económica (análisis de retorno marginal) de la aplicación de dosis de fertilizantes en las dos variedades de papa Marcela y Desirée.

5 HIPÓTESIS

La aplicación de niveles de fertilización mineral a la investigación planteada no incrementa el rendimiento de la papa.

CAPÍTULO I
REVISION BIBLIOGRAFICA

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

6 Marco teórico

Los rendimientos en el cultivo de la papa en Bolivia de acuerdo con el Informe final “Cadena de la Papa” (2004), son de 12 tn/ha en Santa Cruz, 6 tn/ha en Tarija y Cochabamba, mientras que, en La Paz, Oruro, y Potosí 5 tn/ha. (INNOVA) Datos más recientes citan que en términos generales, a nivel país el rendimiento se ha incrementado siendo un promedio de 5,76 tn/ha entre 2000 y 2010; y 6,21 tn/ha entre 2010 y 2020 (citando al Instituto Nacional de Estadística, s/f-a). Los departamentos mayormente altiplánicos como Oruro y Potosí, junto con Chuquisaca, tienen un rendimiento menor al promedio nacional. Santa Cruz, Cochabamba y Tarija tienen un rendimiento superior al promedio nacional y La Paz permanece cerca del rendimiento promedio nacional. **(Karian F.)**

Si observamos los datos de rendimiento del cultivo de la papa en distintos países, encontramos que USA es 46,44 tn/ha, en la república Argentina de 29,25 tn/ha, Chile de 23,93 tn/ha, Brasil 18,4 tn/ha y Perú, según información oficial, el rendimiento promedio nacional es de 13.3 t/ha. Mencionando también que en la zona de “costa” el promedio alcanza a 25 t/ha. Aclarando que esto depende también de la variedad de papa, niveles de fertilización y condiciones de riego. **(Jonhy cesar y Ficha técnica del ministerio de Perú)**

Además de lo citado referido a los rendimientos por el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, en una tesis de grado del repositorio de investigaciones de la UMSA, indica en su estudio sobre las determinantes económicas del rendimiento por hectárea del cultivo de la papa en Bolivia y que los resultados del modelo econométrico determinan que existe una relación directa entre la variable dependiente (producción de papa) con las variables Semilla, Riego Y Abono. (Repositorio) En este sentido, se mencionan las tres variables que se están abordando en el presente estudio que son: Variedades y fertilización mineral orientados al incremento de los rendimientos.

Uno de los manejos críticos en el cultivo de papa es la fertilización del cultivo. Es así como existe la necesidad de contar con la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de cada etapa fenológica, permitiendo de esta forma alcanzar los objetivos productivos propuestos. La importancia de los elementos en la nutrición depende de la cantidad requerida o extraída por el cultivo. En tal sentido es que los nutrientes son definidos como macronutrientes (primarios y secundarios) y micronutrientes. **(INIA 2011)**

La fertilidad del suelo se entiende como la capacidad de éste para suministrar los nutrientes necesarios para las plantas en cada etapa de desarrollo, en la cantidad necesaria y forma química asimilable. Además, se deben considerar otros factores tales como: clima, genotipo, estado fenológico de la planta, las propiedades físico químicas y biológicas del suelo y las prácticas culturales de manejo que determinan su absorción **(INIA 2011)**

Luego cita que en suelos con “alta potencialidad” se obtuvo óptimos rendimientos de 46 tn/ha de tubérculos con 190 kg de nitrógeno, 100 kg de anhídrido fosfórico y 270 kg de óxido de potasio. Así también que la dosis de abono la dará el análisis químico de los suelos, la información sobre la producción previa del campo que se trata, o bien el diagnóstico del análisis foliar del cultivo. Existen varias experiencias que corroboran extracciones similares del cultivo de la papa.

Respecto al Nitrógenos, el cultivo de la papa, según Montaldo, necesita tener disponible gran parte de Nitrógeno en su primer desarrollo para la producción de tallo y hojas. Luego la absorción de Nitrógeno se continua con el desarrollo con el desarrollo de los tubérculos. Esto da razón a la práctica de aplicar nitrógeno a la siembra y luego incrementar la dosis con urea al momento del aporque.

En relación al fosforo, Montaldo indica que es absorbido como ion monovalente H_2PO_4 , y se denominó fosfato. La mayor cantidad de este macronutriente está presente en los tubérculos y menos en los hojas y en los tallos. A los 40 días la planta de papa y a ha absorbido el 80 % del total de fósforo; posteriormente se produce la traslocación del forforo de los organos aéreos y raices a los tubérculos. Debido a que el fórforo no es lixiviado y que su cultivo lo requiere especialmente en su primer desarrollo, se

recomienda su aplicación al momento de la siembra, para el inicio del desarrollo e las plantas.

En cuanto al Potasio, refiere que es absorbido como ion K^+ . Este elemento tiene gran importancia en el metabolismo de la planta, especialmente en la fotosíntesis y en la traslocación de los azúcares. Estudios han determinado que entre los órganos vegetales, las hojas contienen la mayor cantidad de potasio; después están los tallos y las raíces. Luego indica que después de los 50 días del ciclo de cultivo, cuando aumenta el ritmo de formación de los tubérculos, estos pasan a tener la mayor proporción del potasio. De los macronutrientes, la papa absorbe una mayor cantidad de potasio. Indica también que en suelos pesados (que contienen más arcilla), tienen buenos rendimientos, comportamiento que no se observa en los suelos arenosos en donde el potasio constituye un factor limitante. Este aspecto corrobora la hipótesis planteada en el presente estudio.

Este autor, cita que, en Sao Paulo, Brasil, se aplicaron dosis creciente de potasio al cultivo de la papa de 15, 30, 45, 60 y 90 y 120 kg/ha, en grandes cantidades constantes de NP. Se tuvo un pequeño efecto en todas las dosis usadas, obteniéndose el mejor aprovechamiento con 45 kg de K_2O /ha, mejorando aproximadamente el 10 % en el rendimiento.

Finalmente, Montaldo, cita que la concentración de los macronutrientes está contenida en la planta de la papa, en las siguientes proporciones:

Cuadro 1 Concentración de los macronutrientes

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
TUBERCULOS	72.8	28.0	128.8
PARTE AEREA	67.2	11.2	61.6

Fuente Moltado 2003

6.1 Taxonomía

Reino: Vegetal

Phylum: Tracheophytae

División: Tracheophytae

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Grado evolutivo: Metachlamideae

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Solanum tuberosum L.*

Nombre común: papa

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022)



Ing.MSc. Ismael Acosta Galarza

ENCARGADO

6.2 Descripción botánica

6.2.1 Raíces

La procedente de la semilla vegetativa no tiene raíz principal; forma raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo.

6.2.2 Tallo

El sistema de tallos de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos, la planta proveniente de semilla tiene un solo tallo principal y la proveniente de tubérculo puede producir varios tallos principales.

6.2.3 Hoja

Normalmente posee hojas alternas compuestas imparipennadas, formadas por raquis, foliolos, peciolo y peciolulo

6.2.4 Inflorescencia

Esta dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdividen en otras ramas de esta manera se forma la llamada inflorescencia cimosa. Las flores son hermafroditas, el cáliz consta de cinco sépalos que se unen parcialmente en la base, la corola tiene cinco pétalos fusionados en la base para formar un tubo corto.

El androceo consta de cinco estambres y el gineceo de un solo pistilo.

6.2.5 El fruto

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, de forma redonda, alargada, ovalada o cónica. Su color varía desde el verde claro a verde oscuro hasta verde purpúreo. No todas las variedades florecen y forman bayas.

6.2.6 El tubérculo

Morfológicamente, el tubérculo es un tallo subterráneo modificado, acortado, engrosado y carnoso, provisto de yemas latentes u ojos. Varían mucho en forma y tamaño, mayormente son redondos, a cilindrados y alargados. También pueden ser

ovalados, achatados, fusiformes, algo enroscados y adoptan diversas formas irregulares. El color de la piel del tubérculo es muy variable, va desde el blanco al amarillo, de violeta a rojo oscuro y morado, púrpura o negro. Muchos tienen áreas jaspeadas o vetas de colores y formas variadas. (CITEPAPA 2017)

Respecto a las variedades de papa en estudio, R. Casso, menciona que especialmente Desirée, que es de origen holandés, está siendo cultivada en un 70 % de la superficie destinada al cultivo de la papa, mientras que Marcela, que fue mejorada por PROINPA, está presente en un 15 % y el restante las variedades nativas y Runa Iscayachi. La importancia de Desirée radica en su precocidad (tres meses), lo cual facilita su cultivo especialmente en la zona de valles y el sub andino, además que tiene un alto potencial de mercado. Marcela es una variedad de ciclo intermedio y un amplio rango de adaptación. Es apreciada por su alto potencial productivo, sus buenas características de papa “harinosa” para el consumo doméstico. En este sentido, estas variedades constituyen las dos alternativas para potenciar de manera inmediata el cultivo de la papa en el departamento de Tarija. (Casso R.)

6.3 Características de las variedades

6.3.1 Variedad Desirée

Presenta una forma de tubérculo ovalada alargada, de piel rosada, pulpa amarilla claro, la planta de desarrollo intermedio, semierecta, de buen vigor, presentando flores de color violeta profunda.

Características agronómicas:

Rendimiento: Alto

Materia Seca: aproximadamente 22 % en secano en el sur de Chile.

Madurez: semitardía (75 - 110 días).

Enfermedades: buena resistencia al virus Y de la papa (PVY) y moderada susceptibilidad al virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV). Susceptible a sarna común (*Streptomyces scabies*).

Almacenamiento: 4 – 5 meses

Calidad para Consumo: buena calidad culinaria, resistente a la cocción, de sabor neutro.

Utilización: adecuada como papa de guarda. También se utiliza para la elaboración de papa frita. Amplio rango de adaptación, prefiere suelos permeables cálidos. (U.P.S.P. 2016)

6.3.2 Variedad Marcela

Presenta un hábito de crecimiento erecto, color predominante de flor lila, color secundario de la flor rojo-rosado, distribución de color secundario acumen blanco en el envés.

Color de tallo verde con poca pigmentación, con una forma del tubérculo redondo comprimido, ojos profundos, con un color primario de la piel del tubérculo rosado, color secundario de la piel del tubérculo blanco-crema.

Presenta un ciclo vegetativo de 150 días (tardío).

Presenta resistencia a las heladas, al tizón (*Phytophthora infestans*), a la verruga (*Synchytrium endobioticum*), postcosecha dormancia mediana, verdeamiento tardío. (PROINPA 2016)

6.4 Requerimientos

6.4.1 Requerimientos de suelo

Los suelos ideales para un buen rendimiento, forma y apariencia de los tubérculos son los francos, francos-arenosos, francos- limosos y francos-arcillosos, con buen drenaje también pueden alcanzar buenos rendimientos en suelos arcillosos aplicando materia orgánica. El pH adecuado debe encontrarse en un rango de 5.0-7.0, presentando una buena profundidad efectiva. (INTAGRI 2017).

Según Montaldo y Ibarra E. el requerimiento de cultivo de la papa por hectárea es:

Cuadro 2 Requerimiento de cultivo de la papa

Nitrógeno	Fosforo	Potasio
150	250	300

Fuente: Montaldo y Ibarra E.

Para un rendimiento superior a 30 ton/Ha.

6.4.2 Requerimiento de clima

El crecimiento de las raíces más activo ocurre en temperaturas de 15 °C a 20 °C, para el crecimiento de follaje 20 °C a 25 °C, de igual manera para los estolones. **(YARA 2022)**

Los vientos deben ser moderados, no mayores a 20 km/h ya que llegaría afectar al rendimiento.

La precipitación debe encontrarse entre los 600 a 1000 mm por ciclón de producción, dependerá de las condiciones de temperatura, suelo y variedad. **(INTAGRI 2017)**

6.4.3 Piso altitudinal

Una altitud ideal debe encontrarse entre los 1500 a 2500 m.s.n.m. **(INTAGRI 2017)**

6.4.4 Rotaciones

Comenzando con la siembra de pastos o cereales que dichos estos serían ideales como fijadores de nitrógeno al suelo para posterior realizar la siembra de papa, con la introducción de esta cada 5 años debido a la aparición de rebrotes si se realiza una recolección mecaniza y con las enfermedades de suelo. **(INFOAGRO 2017).**

Las rotaciones cortas darán lugar al paso de enfermedades y plagas de suelo provocando daños durante la emergencia y el desarrollo del cultivo (**PATRICIO A. 2015**)

6.5 Manejo de cultivo

6.5.1 Labores pre culturales

Las principales labores de siembra son:

ARADA: Consiste en la roturación de la capa superficial del suelo para incorporar los residuos vegetales de igual manera mejorando la calidad del mismo, con una profundidad adecuada de 30 cm.

RASTREADA: Involucra las llamadas cruza donde tiene la finalidad de desmenuzar el terreno obteniendo una capa superficial suelta, esta labor debe realizarse a una profundidad de 20 cm.

SURCADO: Dependerá de la variedad a utilizar, de la pendiente del terreno. Ya que las variedades nativas requieren surcos más anchos que las mejoradas.

En terrenos inclinados es necesario el surcado siguiendo las curvas de nivel en sentido perpendicular con una gradiente de 2% para evitar la erosión del suelo, se aconseja un distanciamiento mayor entre surcos para facilitar las labores de aporque. (**C.I.P. 2020**)

6.5.2 Preparación de semilla

Pre-brotación

Cada tubérculo debe encontrarse brotado, se aconseja tubérculos con brotes cortos y vigorosos con la finalidad de que pueda tener una emergencia más rápida.

El uso de semilla certificada garantiza buena calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria. Estas condiciones de calidad permiten la resistencia o tolerancia a plagas y/o enfermedades (**ACOSEMILLAS 2019**)

Desinfección de suelo y semilla

La desinfección de semilla y/o suelo ha demostrado proteger las plantas principalmente de problemas tales como Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Fusariosis (*Fusarium* spp.) y Sarna Plateada (*Helminthosporium solani*). (LEVERATTO F. 2011)

La desinfección de semilla se logra sumergiéndola en una solución que contenga un producto químico por espacio de 30-60 segundos. Se recomienda la utilización de Orthocide 50% PM 500 gramos de producto comercial por 100 litros de agua y Dipterex 500 gramos de producto comercial por 100 litros del preparado se puede desinfectar 25 quintales de tubérculos. (INIA 2011)

6.5.3 Distancia de siembra y cantidad de semilla

El espaciamiento recomendado entre planta es de 25 a 38cm, mientras que la distancia entre surcos 60 a 90cm. Bajo este esquema, tendremos una población de plantas de entre 25.000 y 60.000 plantas por hectárea.

Se da a decir que las distancias de siembra dependerán el tipo de variedad, propósito de siembra y la topografía del terreno. (WIKIFARMER 2015)

6.5.4 Profundidad de siembra

Se tiene que introducirlas a una profundidad de 5 a 10 centímetros en la tierra. Da a decir que en suelos livianos la profundidad debe ser mayor y en suelos pesador la profundidad debe ser menor. (FAO 2008)

6.5.5 Abonamiento y fertilización

Para abonado del cultivo de la papa y entre las recomendaciones de fertilización, como norma general y en ausencia de otros factores, la relación Nitrógeno, Fósforo Potasio. Además de las aportaciones de nitrógeno en cobertera.

No obstante, la aplicación de fertilizantes debería estar basada en el análisis de suelo de la parcela a cultivar y en el lugar que ocupa el cultivo en la rotación.

Siembra y tape

Una vez brotada y desinfectada la semilla se procede a la siembra, consistiendo en depositando la semilla al fondo del surco, el tape puede realizarse mediante azadón o

yunta, tratando de que la profundidad no sea mayor a 15 centímetros. (Casso R.)

6.6 Labores culturales

6.6.1 Rascadillo

Mediante esta labor se controla las malezas y se remueve superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad. Esta labor se realiza de 30 a 50 días después de la siembra. En extensiones pequeñas se puede realizar esta labor en forma manual utilizando azadón, o por tracción animal. En extensiones grandes o de topografía ligeramente plana se puede utilizar un cultivador (C.I.P. 2020)

6.6.2 Medio aporque

Consiste en arrimar tierra alrededor del nacimiento tallo principal cumpliendo la función de sostener la planta, aflojar el suelo además de controlar las malas hierbas, esta labor se debe efectuar a los 50 a 80 días después de la siembra. (C.I.P. 2020)

6.6.3 Aporque

Cumple con las mismas funciones ya mencionadas, además de brindar un ambiente propicio para la tuberización, con esta labor se da forma definitiva a los surcos. Esta labor se realiza a los 90 a 100 días (C.I.P. 2020)

6.6.4 Riego

Un cultivo de papa ubicado a 3000 msnm necesita entre 600 a 700 mm de precipitación distribuida en forma uniforme a lo largo del ciclo vegetativo, donde no debe faltar agua es en el periodo de tuberización y floración.

El dotar de agua al cultivo de papa ayudaría a disolver los fertilizantes aplicados para que la planta pueda tomarlos fácilmente. (C.I.P.2020)

6.7 Plagas y enfermedades

6.7.1 Plagas

- Escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*) es una plaga severa con fuerte resistencia a los insecticidas.

- Polilla de la papa, conocida comúnmente como *Phthorimaea operculella*, es la plaga más dañina de las papas sembradas y almacenadas en áreas cálidas y secas.
- Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) es oriunda de Sudamérica y común en áreas donde hay un uso intensivo de insecticidas.
- Nemátodo del quiste (*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*) es una plaga severa del suelo en las regiones templadas, los Andes y otras áreas de altura. (C.I.P. 2020)

6.7.2 Enfermedades

- Los virus se diseminan en los tubérculos y pueden reducir los rendimientos hasta en 50 por ciento.
- Tizón tardío, la más severa enfermedad de la papa en todo el mundo, es causada por *Phytophthora infestans*, un hongo de agua que destruye las hojas, tallos y tubérculos.
- Marchitez bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, es un patógeno bacteriano que acarrea pérdidas severas en regiones tropicales, subtropicales y templadas.
- Pierna negra de la papa, es una infección bacteriana causada por *Pectobacterium* que produce pudrición de los tubérculos en el suelo y en almacén. (C.I.P. 2020)

6.8 Defoliación

El cultivo de papa sufre una defoliación natural cuando el cultivo ha desarrollado su ciclo completamente. En esta defoliación natural, las plantas se secan, toman un color amarillento y se vuelven quebradizas. Unos días después de esta defoliación natural, los tubérculos están suficientemente maduros, totalmente suberificados y tienden a desprenderse de los estolones. Es el momento perfecto para iniciar la recolección. (García G. 2008)

6.9 Cosecha

La mayoría de las papas están listas para la cosecha entre 80-115 días después de la siembra, dependerán de la variedad que se utilice. Para la cosecha, se tiene que excavar cuidadosamente los tubérculos de las papas. (**Hutchinson C. 2010**)

6.10 Selección y clasificación

Se deben seleccionar aquellos tubérculos que no se encuentren enfermos, podridos o que estén dañados. Se deben clasificar los tubérculos dependiendo a las exigencias del mercado. (**Casso R.**)

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODO

CAPITULO II MATERIALES Y METODO

7 MATERIALES Y MÉTODO

7.1 Ubicación

El trabajo de investigación se encuentra localizado en la comunidad de Sausalito, en el municipio de Carapari, provincia Gran Chaco del departamento de Tarija a 227 km de la ciudad capital se encuentra entre los paralelos:

LATITUD: -21°58'51.8" S

LONGITUD: -63°51'02.8" W

Características agroecológicas

En vegetación presenta algarrobo, algunos cítricos como limón, naranjo. En cultivos anuales maíz, avena y papa. Dedicados a la crianza de ganado porcino y ganado vacuno.

Los suelos son generalmente francos arenosos.

7.2 Materiales

Los materiales que resultaran útiles para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación son los siguientes:

7.2.1 *Material biológico*

Semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.)

V1: Variedad Desirée

V2: Variedad Marcela

7.2.2 *Material de campo*

- Fertilizantes
- Fosfato di amónico
- Urea

- Cloruro de potasio
- Tractor (arado y rastra)
- Tracción animal para surcado y tapado
- Azadón para el marcado
- Medidas para dosificaciones
- Cordel
- Estacas
- Balanza
- Metro y wincha métrica
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Tablero de campo

7.2.3 *Material de escritorio*

- Computadora
- Impresora

7.3 Metodología

7.3.1 *Diseño experimental*

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial de (2x4x3) y tres repeticiones, haciendo un total de 72 unidades experimentales.

7.3.2 *Características de la parcela experimental*

La unidad experimental fue de cinco surcos de cinco metros de largo, con una densidad de plantas de 0,65 s/s y 0,30 p/p (16,25 m²). En bloques de 24 parcelas (5x3,25x24= 390 m²) con tres repeticiones, haciendo una superficie total de la parcela experimental de 1170 m², sin incluir líneas de separación y borduras.

Se utilizó una superficie uniforme y representativa de la zona. Se realizaron las prácticas de cultivo de manera uniforme, tal como la practican los agricultores de la zona, en cuanto a labores culturales y tratamientos fitosanitarios.

7.3.3 Variables o tratamientos en estudio

Cuadro 3 Variables o tratamientos

Variedad de papa	Dosis Fósforo (kg/ha)	Dosis Potasio (kg/ha)	Dosis N-P-K (Kg/ha)	Nro de tratamiento
Desiree	P ₂ O ₅ =0	K=0	80-0-0	1
		K=60	80-0-60	2
		K=120	80-0-120	3
	P ₂ O ₅ =100	K=0	80-100-0	4
		K=60	80-100-60	5
		K=120	80-100-120	6
	P ₂ O ₅ =150	K=0	80-150-0	7
		K=60	80-150-60	8
		K=120	80-150-120	9
	P ₂ O ₅ =200	K=0	80-200-0	10
		K=60	80-200-60	11
		K=120	80-200-120	12
Marcela	P ₂ O ₅ =0	K=0	80-0-0	13
		K=60	80-0-60	14
		K=120	80-0-120	15
	P ₂ O ₅ =100	K=0	80-100-0	16
		K=60	80-100-60	17
		K=120	80-100-120	18
	P ₂ O ₅ =150	K=0	80-150-0	19
		K=60	80-150-60	20
		K=120	80-150-120	21
	P ₂ O ₅ =200	K=0	80-200-0	22
		K=60	80-200-60	23
		K=120	80-200-120	24
Factorial 2x4x3 y tres repeticiones				

Fuente: Elaboración Propia

Las variables en estudio se tienen en primer lugar, las variedades de papa, puesto que es importante evaluar la respuesta de variedades con características distintas.

Luego se estudian las dosis de fósforo en cantidades graduales, puesto que este es un macroelemento determinante en la producción de papa. Así también la dosis de potasio. Las dosis de nitrógeno son uniformes en todos los tratamientos.

7.4 Variables de respuesta o factores a evaluar

Se evaluarán los siguientes aspectos

- Interpretación del análisis de suelos: Contenido inicial, características generales, requerimiento del cultivo.
- Rendimientos: Número de tubérculos por planta, rendimiento total por parcela, rendimiento por hectárea.
- Análisis económico: Se realizará la evaluación económica mediante el método del Análisis de Retorno Marginal.
- El cálculo y la aplicación de los niveles de fertilización mineral se encuentran en detalle en anexos.

8 Cronograma de actividades

Cuadro 4 Cronograma

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembra y aplicación de tratamientos												
Labores culturales												
Tratamientos fitosanitarios												
Evaluaciones de campo												
Análisis de datos												
Elaboración del informe de tesis												

Fuente: Elaboración Propia

9 Labores culturales

9.1 Preparación del suelo

Se realizó la preparación del suelo en la primera semana del mes de abril con yunta de bueyes con una arada y una rastreada, para que se pueda realizar la siembra.

9.2 Desinfección de la semilla y suelo

Se realizó una desinfección de semilla con el producto Maxim XL, con la finalidad de que la semilla esté sana para poder tener un buen resultado sobre el trabajo de investigación.

La desinfección del suelo se realizó con el producto Actara, con la finalidad de eliminar todo agente fitopatológico que pueda dañar a la producción del mismo.

9.3 Siembra

Se realizó la siembra en fecha diez de abril del año dos mil veintidós de forma manual en todos los tratamientos mencionados.

9.4 Riego

Se dio el primer riego al inicio de la emergencia de las raíces y se repitió cada diez días.

9.5 Fertilización

La fertilización química se realizó con el fosfato di-amónico (18-46-00) y con el cloruro de potasio (00-00-60) al inicio de siembra.

9.6 Control fitosanitario

Se utilizaron los siguientes productos:

Cuadro 5 Control Fitosanitario

Nombre del producto	Componente activo	Funcion o control	Dosificación
Coraza	Cimoxanil + mancozeb	<i>Phytophthora infestans</i>	80 a 100 gramos por 20 litros de agua
Kasumin	Kasugamicina	<i>Ralstonia solanacearum</i>	70 ml por 20 litros de agua
Engeo	Tiametoxan + Lambda cihalotrina	Thripidae (Trips) y Aulacorthum solani (pulgón)	15 ml por 20 litros de agua
Infinito	Propamocarb + Fluopicolide	<i>Phytophthora infestans</i> y <i>Alternaria solani</i>	50 ml por 20 litros de agua
Maxim XL	Metalaxil-M + Fludioxonil	Desinfeccion y control de semilla	100 ml por 20 litros de agua
Actara	Tiametoxan	Desinfección de suelo	30 gramos por de 20 litros
Carbofor	Carbofuran	Desinfección de suelo	10 ml por 20 litros de agua

Fuente: Elaboración Propia

9.7 Deshierbe

El deshierbe se realizó de forma manual las veces que se necesitaban o a la aparición de malezas.

9.8 Aporque

Consistiendo en agregar suelo a lado de la planta levantando un lomillo de tierra realizándolo de forma manual (azadón), esta fue acompañada con la aplicación de urea (46-00-00) cumpliendo con las dosis establecidas para todos los tratamientos.

9.9 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual tomando en cuenta el ciclo de vida de cada variedad.

La variedad Desirée se cosecho en fecha veintiocho de julio del dos mil veintidós (ciento nueve días después de su siembra) y de la variedad marcela se cosecho en fecha dieciocho de agosto del dos mil veintidós (ciento treinta días después de su siembra)

10 Fase 2. Análisis de datos

Los datos recogidos en campo se llevaron a cálculos estadísticos utilizando el diseño bloques al azar

10.1 Análisis de la información

Se analizo utilizando un análisis de varianza para las variables en comparación de rendimiento de dos variedades en estudio (Desirée y Marcela) mediante la aplicación de fosfato di-amónico (18-46-00) y cloruro de potasio (00-00-60).

10.2 Análisis de rentabilidad

Se desarrollo el análisis de rentabilidad para evaluar cuál de los tratamientos tiene mayor rendimiento mediante la aplicación de fertilización mineral y cuál es el más rentable para la zona.

10.3 Análisis de la información recogida

Recogidos los datos se llevó a los cálculos estadísticos utilizando bloques al azar con veinticuatro tratamientos con tres repeticiones haciendo un total de setenta y dos.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11 RESULTADOS Y DISCUSION

11.1 Análisis de resultados de números de tubérculo por planta

Los datos fueron tomados al momento de cosecha realizando un conteo minucioso de cada planta cosechada por tratamiento.

11.1.1 Nominación abreviada de los tratamientos evaluados

Cuadro N°6 Nominación abreviada de los tratamientos evaluados

Variedad	Abreviación
Variedad Desirée	V1
Variedad Marcela	V2

Dosis de P ₂ O ₅	Abreviación
5.79 kg de P ₂ O ₅	P1
105.79 kg de P ₂ O ₅	P2
155.79 kg de P ₂ O ₅	P3
205.79 kg de P ₂ O ₅	P4

Dosis de K ₂ O	Abreviación
177.58 kg de K ₂ O	K1
237.58 kg de K ₂ O	K2
297.58 kg de K ₂ O	K3

Las variedades Desirée y Marcela se abrevian como V1 y V2 respectivamente. Las dosis de fósforo en Kg/ha aplicadas al cultivo 5.79=P1, 105.79=P2, 155.79=P3, 205.79=P4. Las dosis de potasio en Kg/ha aplicadas al cultivo 177.58=K1, 237.58=K2, 297.58=K3 respectivamente (en estas dosificaciones fueron sumadas el contenido del suelo dado por el análisis de suelo).

11.1.2 Datos de campo de numero de tubérculos por planta

Cuadro N°7 número promedio de tubérculos por planta

tratamientos			Replica I	Replica II	Replica III	Suma	Promedio	Nro de tratamiento
V1	P1	K1	4	5	5	14	5	1
		K2	4	5	3	12	4	2
		K3	5	5	5	15	5	3
	P2	K1	5	5	5	15	5	4
		K2	7	7	6	20	7	5
		K3	7	6	6	19	6	6
	P3	K1	6	6	6	18	6	7
		K2	8	8	7	23	8	8
		K3	7	7	7	21	7	9
	P4	K1	8	9	8	25	8	10
		K2	10	9	9	28	9	11
		K3	9	8	8	25	8	12
V2	P1	K1	5	4	4	13	4	13
		K2	5	4	5	14	5	14
		K3	5	5	6	16	5	15
	P2	K1	5	6	5	16	5	16
		K2	6	6	5	17	6	17
		K3	8	8	7	23	8	18
	P3	K1	7	8	7	22	7	19
		K2	9	7	7	23	8	20
		K3	8	10	9	27	9	21
	P4	K1	8	8	8	24	8	22
		K2	9	10	7	26	9	23
		K3	9	10	10	29	10	24
			164	166	155	485	162	

Fuente: Elaboración propia

11.1.3 Numero de tubérculos por planta según tratamientos

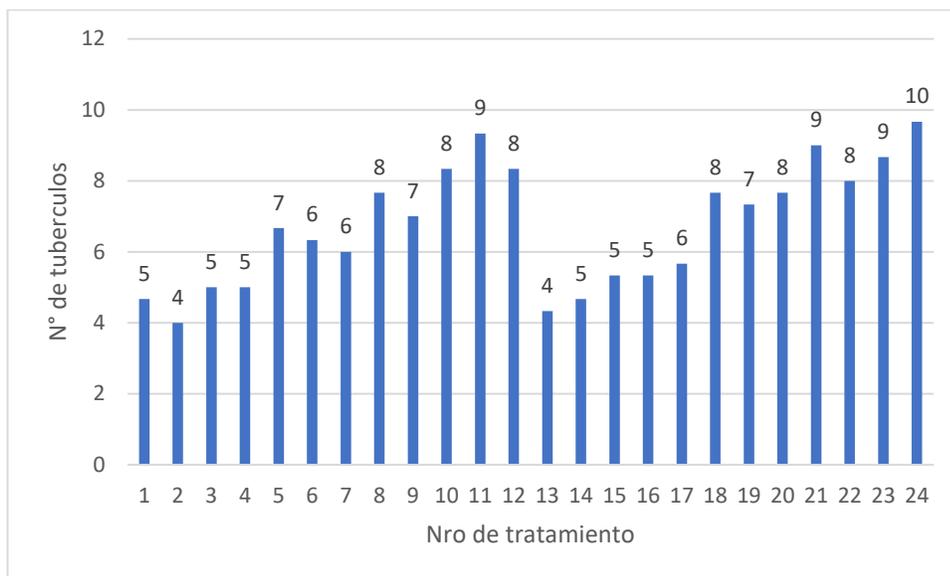


Gráfico N°1 número promedio de tubérculos/planta por tratamiento

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al cuadro N°2 y grafico N°1 se tienen que el tratamiento T24 es de mayor promedio con 10 tubérculos/planta para la variedad Marcela con una dosificación de 205.79 kg de fosforo y 297.58 kg de potasio y para la variedad Desirée el tratamiento T11 con un promedio de 9 tubérculos/planta con una dosificación de 205.79 kg de fosforo y 237.58 kg de potasio.

El tratamiento T2 con un promedio de 4 tubérculos/planta con una dosificación de 5.79 kg de fosforo y 237.58 kg de potasio, de igual manera el tratamiento T13 con un promedio de 4 tubérculos/planta con una dosificación de 5.79 kg fosforo y 177.58 kg de potasio.

11.1.4 Relación entre factores Variedad y fosforo

Cuadro N°8 Relación variedad/fosforo

V/P	V1	V2	Σ
P1	41	43	84
P2	54	56	110
P3	62	72	134
P4	78	79	157
SUMA	235	250	485

11.1.5 Relación entre factores variedad y potasio

Cuadro N°9 Relación variedad/potasio

V/K	V1	V2	Σ
K1	72	75	147
K2	83	80	163
K3	80	95	175
SUMA	235	250	485

11.1.6 Relación entre factores fosforo y potasio

Cuadro N°10 Relación Fosforo/potasio

P/K	P1	P2	P3	P4	Σ
K1	27	31	40	49	147
K2	26	37	46	54	163
K3	31	42	48	54	175
SUMA	84	110	134	157	485

11.1.7 Análisis de varianza en la evaluación de número de tubérculos por planta

Cuadro N°11 Análisis de Varianza para la evaluación de número de tubérculos por planta de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo x Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sausalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F CALCULADA	5%	1%
TRATAMIENTOS	23	202.65	8.81	21.94**	1.77	2.24
BLOQUES	2	2.86	1.43	3.56*	3.20	5.10
FACTOR A	1	3.12	3.12	7.78**	4.05	7.21
FACTOR B	3	164.15	54.72	136.26**	2.81	4.24
FACTOR C	2	16.44	8.22	20.48**	3.20	5.10
A/B	3	2.93	0.98	2.43NS	2.81	4.24
A/C	2	7.00	3.50	8.72**	3.20	5.10
B/C	6	4.56	0.76	1.89NS	2.30	3.22
A/B/C	6	4.44	0.74	1.84NS	2.30	3.22
ERROR	46	18.47	0.40			
TOTAL	71	223.99				

$$\text{Coeficiente de variación: } Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{X} * 100 = \frac{\sqrt{0.40}}{6.75} * 100 = 9.37$$

El coeficiente de variación se presenta al 9.37% demostrando que tiene una variabilidad baja en los datos.

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza que los factores relación variedad/fosforo, fosforo/potasio y el Variedad/fosforo/potasio no tienen diferencias significativas.

Analizando la variable N° de tubérculos/planta en las variedades Desirée y Marcela de acuerdo al cuadro de ANVA se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula, donde indica que no se incrementa en el N° de tubérculos/planta, con esto se demuestra que la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes incrementa el N° de tubérculos/planta con relación al testigo en cuanto a variedades (Ver cuadro N°2).

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza que existe diferencia significativa en bloques al 5%, esto fue producto a que el bloque N°3 se presentó la enfermedad *Phytophthora infestans*, obteniendo una disminución de numero de tubérculos/planta.

En el factor variedad podemos observar que, si existen diferencias altamente significativas al 5% y 1%.

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza, en el factor fosforo existe diferencias altamente significativas tanto al 5% y 1%, ya que al aumentar las dosis de fertilizante fosforado se incrementa de gran manera el número de tubérculos/planta.

Mediante al cuadro de análisis de varianza nos presenta que los factores potasio, relación variedad potasio presenta diferencias altamente significativas al 5% y 1%.

Como siguiente se realizará la prueba de comparación de medias tukey tanto al 5% y 1%.

11.1.8 Comparación de medias para factor variedad/dosis de fosforo/dosis de potasio en número de tubérculos por planta

Cuadro N°12 Comparación de medias para el número de tubérculos por planta de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo*Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sausalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

FACTORES	Variedad	Dosis aplicada (kg/ha)		Disponible en el suelo (kg/ha)		Total disponible para el		Promedio numero de tuberculos por planta	Comparación de medias (tukey 5 %)	Nro de tratamiento
		Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio			
V2P4K3	Marcela	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	9,667	A	24
V1P4K2	Desirée	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	9,333	AB	11
V2P3K3	Marcela	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	9	ABC	21
V2P4K2	Marcela	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	8,667	ABCD	23
V1P4K1	Desirée	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	8,333	ABCDE	10
V1P4K3	Desirée	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	8,333	ABCDE	12
V2P4K1	Marcela	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	8	ABCDEF	22
V1P3K2	Desiree	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	7,667	ABCDEFG	8
V2P3K2	Marcela	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	7,667	ABCDEFG	20
V2P2K3	Marcela	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	7,667	ABCDEFG	18
V2P3K1	Marcela	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	7,333	BCDEFGH	19
V1P3K3	Desirée	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	7	CDEFGHI	9
V1P2K2	Desirée	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	6,667	DEFGHIJ	5
V1P2K3	Desirée	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	6,333	EFGHIJK	6
V1P3K1	Desirée	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	6	FGHIJKL	7
V2P2K2	Marcela	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	5,667	GHIJKL	17
V2P2K1	Marcela	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	5,333	HIJKL	16
V2P1K3	Marcela	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	5,333	HIJKL	15
V1P2K1	Desiree	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	5	IJKL	4
V1P1K3	Desirée	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	5	IJKL	3
V1P1K1	Desirée	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	4,667	JKL	1
V2P1K2	Marcela	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	4,667	JKL	14
V2P1K1	Marcela	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	4,333	KL	13
V1P1K2	Desirée	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	4	L	2

Se tiene que los tratamientos V2P4K3 (T24), V1P4K2 (T11), V2P3K3 (T21), V2P4K2 (T23), V1P4K1 (T10), V1P4K3 (T12), V2P4K1 (T22), V2P2K3 (T18), V1P3K2 (T8) y V2P3K2 (T20) son estadísticamente iguales (representados por la misma letra “a”). Estas son las medias de cantidad de tubérculos por planta que son los más altos, coincidente con dosis altas de fósforo. Entre tratamientos existen dosis de potasio muy variables, desde 177.58 kg/ha, hasta los 297.58 kg/ha que fue la dosis más alta ensayada con este elemento, lo cual indica que el potasio no incide en la variable evaluada: número de tubérculos por planta.

De acuerdo con el fabricante de fertilizantes Yara, el fósforo es importante para un desarrollo precoz de raíces y brotes, proporcionando energía para procesos en las plantas como absorción y transporte de iones. Llegando a la iniciación de los tubérculos, un suministro adecuado de fósforo asegura que se formarán una cantidad óptima de tubérculos (2016).

En un ensayo en Nariño (Colombia), con el cultivar Criolla Guaneña. En un ensayo factorial 5 x 2, se evaluaron dosis de fósforo (0; 50; 100; 150; 200 kg/ha de P₂O₅, fuente Superfosfato Triple), y el segundo, potasio (50 y 100 kg/ha de K₂O, fuente KCl). Los resultados no demostraron diferencias en las variables evaluadas para el factor fósforo ni para el factor potasio, tampoco se presentó interacción entre ellos (2007).

En este sentido, se comprobó en la presente investigación que, si ha existido efecto del fósforo en un mayor promedio de tubérculos y no así del Potasio, coincidiendo con la información del fabricante de fertilizantes Yara.

11.1.9 Comparación de medias entre bloques en la evaluación en número de tubérculos por planta



Gráfico N°2 Prueba de comparación de medias tukey al 5% bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

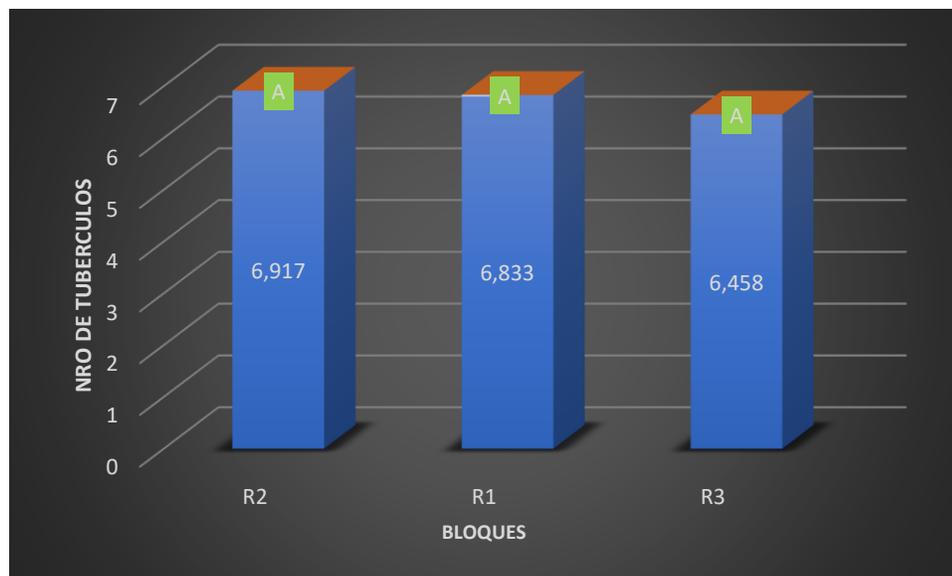


Gráfico N°3 Prueba de comparación de medias tukey al 1% bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene que para los bloques existe diferencia significativa al 5%, pero al 1% dichos mencionados no presentan diferencias altamente significativas.

11.1.10 Comparación de medias por variedad evaluadas en número de tubérculos por planta



Gráfico N°4 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% factor variedad Desirée y Marcela en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Gráfico N°5 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% factor variedad Desirée y Marcela en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene que la variedad Marcela y Desirée presenta diferencias significativas al 5%, pero estas variedades mencionadas son iguales mediante la prueba de tukey al 1%.

11.1.11 Comparación de medias por efecto de la dosis de fosforo en número de tubérculos por planta



Gráfico N°6 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% factor Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Gráfico N°7 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% factor Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene que para la prueba de tukey tanto al 5% y 1% todos los factores dosis de fosforo, presentan diferencias altamente significativas siendo el más alto el factor P4 (205.79 kg de fosforo) respecto al número de tubérculos por planta.

11.1.12 Comparación de medias por efecto de la aplicación de dosis potasio en número de tubérculos por planta



Gráfico N°8 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% factor potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Gráfico N°9 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% factor Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene que para la prueba de tukey al 5% presentan diferencias significativas entre ellos, pero al 1% el factor K3 y K2 no presentan diferencias altamente significativas, mientras que el factor K1 presenta diferencia altamente significativa.

11.1.13 Comparación de medias en la interacción variedad/dosis de fosforo en números de tubérculos por planta

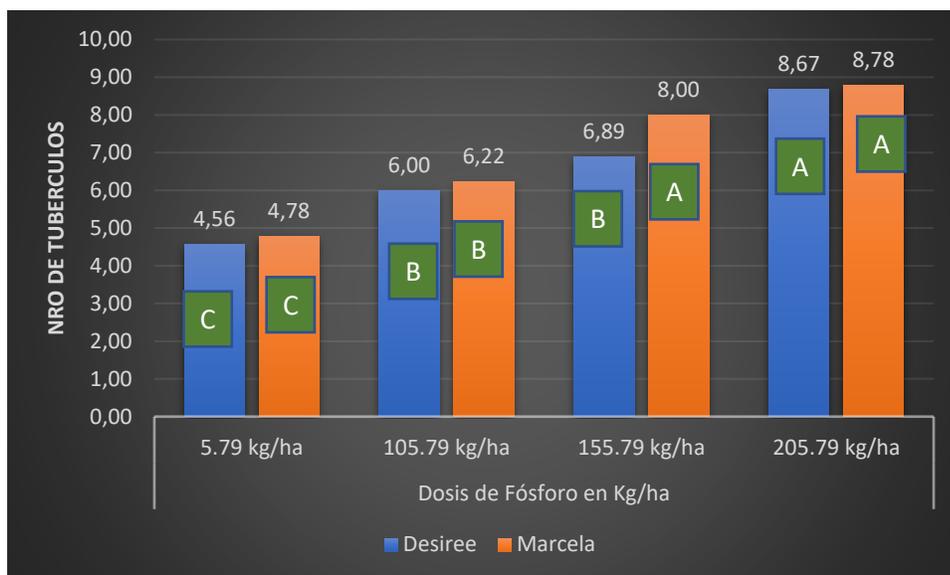


Gráfico N°10 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% Interacción factor variedad/fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

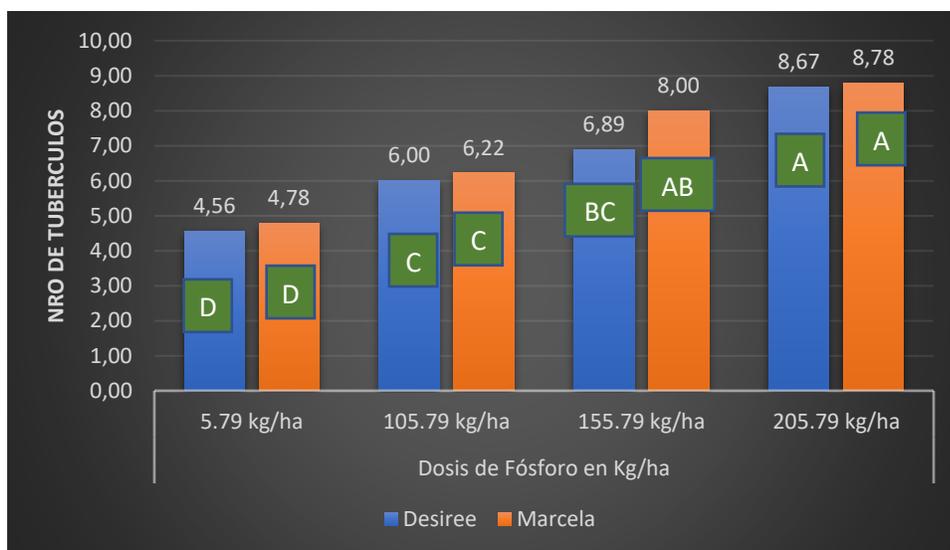


Gráfico N°11 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% Interacción factor variedad/fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se presenta que los factores variedad/fosforo V2P4, V1P4, V2P3 no presentan diferencias altamente significativas al 1% y 5% mediante la prueba de tukey, siendo

estos lo más altos respecto al número de tubérculos por planta.

11.1.14 Comparación de medias interacción Variedad/dosis de Potasio en número de tubérculos por planta

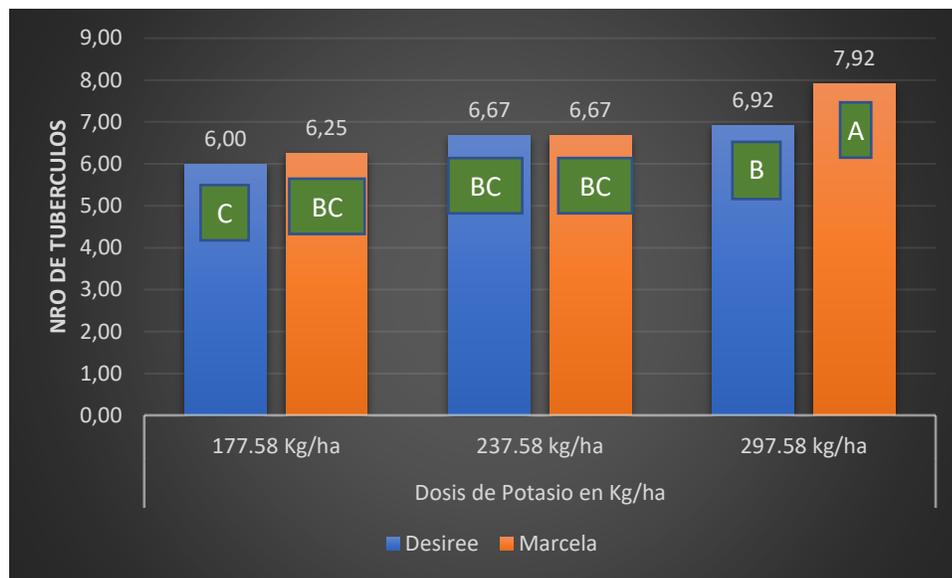


Gráfico N°12 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% Interacción factor variedad/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

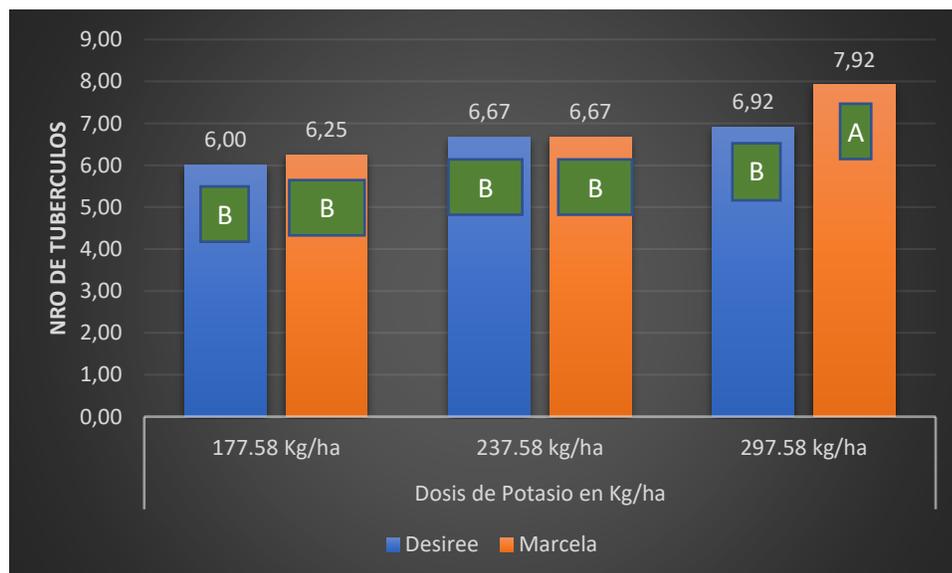


Gráfico N°13 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% Interacción variedad/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se presenta en la prueba de tukey al 5% y 1 % que el factor V2K3 presenta diferencia altamente significativa con el resto, teniendo el valor más alto con respecto al número de tubérculos por planta.

11.1.15 Comparación de medias interacción dosis de fosforo/potasio en número de tubérculos por planta

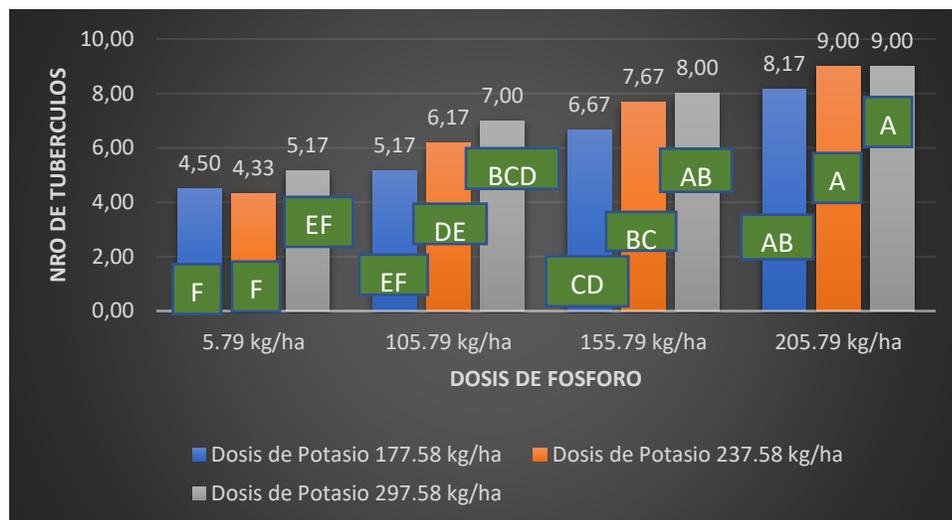


Gráfico N°14 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 5% Interacción factor Fosforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

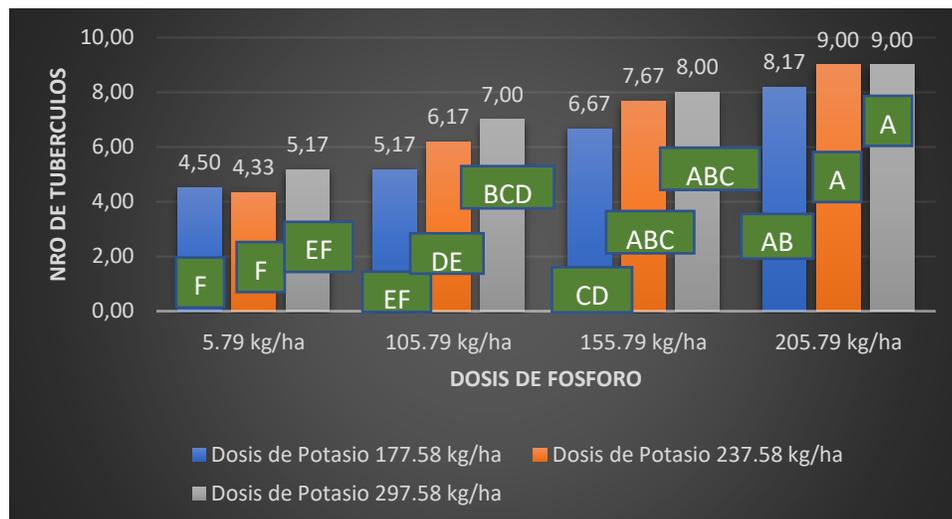


Gráfico N°15 Prueba de comparación de medias en número de tubérculos, tukey al 1% Interacción factor fosforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022

Se tiene mediante la prueba de tukey al 5% que los factores P4K3, P4K2, P3K3 y P4K1 no presentan diferencias significativas siendo estas la que poseen un mayor valor respecto al número de tubérculos por planta.

En la prueba de tukey al 1% se obtuvo que los factores P4K3, P4K2, P3K3, P4K1 y P3K2 no presentan diferencias altamente significativas siendo estas las que poseen un mayor valor respecto al número de tubérculos por planta.

11.2 Análisis de resultados en peso de tubérculos/parcela

11.2.1 Datos de campo de tubérculos por parcela expresado en kg.

Los datos fueron tomados al momento de cosecha realizando un pesaje minucioso de la parcela cosechada por tratamiento.

Cuadro N°13 peso de tubérculos en kg por parcela

Tratamientos			Replica I	Replica II	Replica III	Suma	Promedio	N° de Tratamiento
V1	P1	K1	22.32	18.00	19.08	59.40	19.80	1
		K2	21.60	30.60	22.32	74.52	24.84	2
		K3	21.24	25.92	24.12	71.28	23.76	3
	P2	K1	32.04	29.52	33.48	95.04	31.68	4
		K2	34.20	34.92	31.32	100.44	33.48	5
		K3	37.80	32.04	30.60	100.44	33.48	6
	P3	K1	34.92	39.60	37.44	111.96	37.32	7
		K2	39.60	37.80	43.20	120.60	40.20	8
		K3	46.80	41.04	36.72	124.56	41.52	9
	P4	K1	53.64	50.40	41.40	145.44	48.48	10
		K2	71.64	45.00	52.20	168.84	56.28	11
		K3	58.32	56.52	57.24	172.08	57.36	12
V2	P1	K1	19.80	16.20	17.28	53.28	17.76	13
		K2	20.16	22.32	17.20	59.68	19.89	14
		K3	24.12	25.20	28.08	77.40	25.80	15
	P2	K1	33.48	30.60	28.80	92.88	30.96	16
		K2	31.32	32.40	30.60	94.32	31.44	17
		K3	40.32	39.60	31.32	111.24	37.08	18
	P3	K1	44.64	33.12	32.04	109.80	36.60	19
		K2	40.68	34.20	39.96	114.84	38.28	20
		K3	43.20	60.12	44.64	147.96	49.32	21
	P4	K1	40.68	37.08	39.24	117.00	39.00	22
		K2	53.60	49.60	46.44	149.64	49.88	23
		K3	64.00	64.08	53.60	181.68	60.56	24
SUMA			930.12	885.88	838.32	2654.32	36.87	

11.2.2 Evaluación de tratamientos en peso de tubérculos parcela

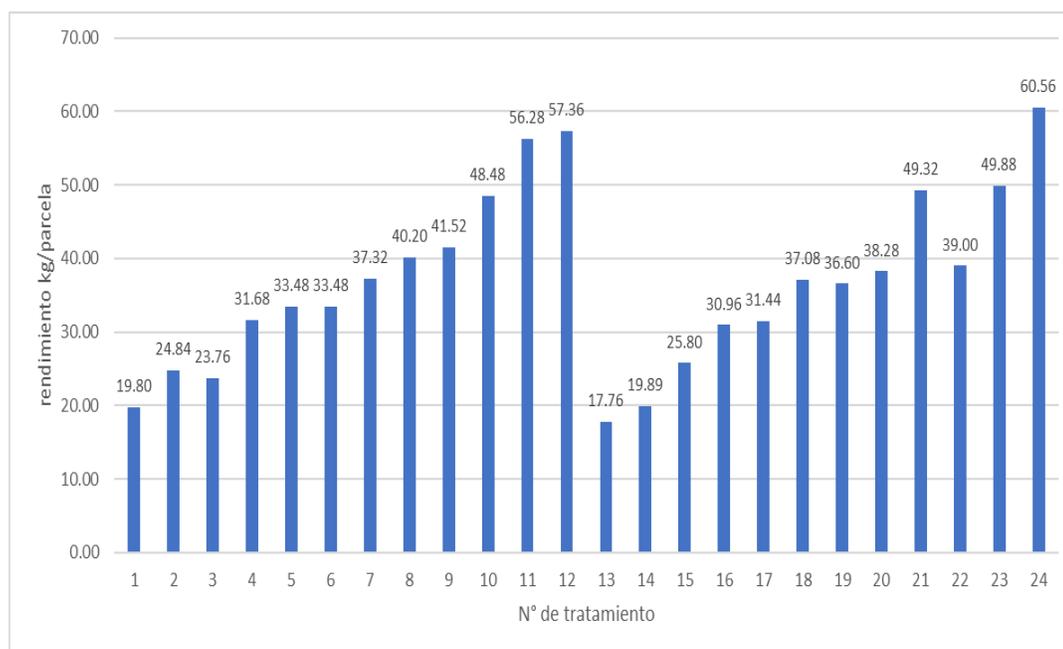


Gráfico N°16 peso kg/parcela

De acuerdo al cuadro N°8 y grafico N°16 se tienen que el tratamiento T24 es de mayor promedio con 60.56 kg/parcela de la variedad Marcela, seguido del tratamiento T12 con un promedio de 57.36 kg/parcela de la variedad Desirée, siendo estos los que más rendimiento presentan en kilogramos por parcela, ya que recibieron dosificaciones altas de 205.79 kg de fertilizante fosforado y 297.58 kg de fertilizante potásico.

El tratamiento T1 con un promedio de 19.8 kg/parcela y el tratamiento T13 con un promedio de 17.76 kg/parcela, fueron los que menor rendimiento obtuvieron ya que fueron los testigos del trabajo de investigación con 5.79 kg de fertilizante fosforado y 177.58 kg de fertilizante potásico.

11.2.3 Relación entre factores variedad/fosforo

Cuadro N°14 Relación variedad/fosforo para kg/parcela

V/P	V1	V2	Σ
P1	205	190	396
P2	296	298	594
P3	357	373	730
P4	486	448	935
SUMA	1345	1310	2654

11.2.4 Relación entre factores variedad/potasio

Cuadro N°15 Relación variedad/potasio para kg/parcela

V/K	V1	V2	Σ
K1	412	373	785
K2	464	418	883
K3	468	518	987
SUMA	1345	1310	2654

11.2.5 Relación entre factores fosforo/potasio

Cuadro N°16 Relación Fosforo/potasio

P/K	P1	P2	P3	P4	Σ
K1	113	188	222	262	785
K2	134	195	235	318	883
K3	149	212	273	354	987
SUMA	396	594	730	935	2654

11.2.6 Análisis de varianza para la evaluación del peso de tubérculos por parcela

Cuadro N°17 Análisis de Varianza para la evaluación de rendimiento total (kg/parcela) de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo x Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sauzalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F CALCULAD A	5%	1%
TRATAMIENTOS	23	10064.0	437.57	20.66**	1.77	2.24
BLOQUES	2	175.64	87.82	4.15*	3.20	5.10
FACTOR A	1	16.90	16.90	0.80 NS	4.05	7.21
FACTOR B	3	8583.10	2861.0	135.11**	2.81	4.24
FACTOR C	2	848.96	424.48	20.05**	3.20	5.10
A/B	3	89.39	29.80	1.41 NS	2.81	4.24
A/C	2	237.78	118.89	5.61**	3.20	5.10
B/C	6	247.12	41.19	1.95 NS	2.30	3.22
A/B/C	6	40.75	6.79	0.32 NS	2.30	3.22
ERROR	46	974.08	21.18			
TOTAL	71	11213.7				

Coefficiente de variación

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{X} * 100 = \frac{\sqrt{21.18}}{36.87} * 100 = 12.47$$

El coeficiente de variación se presenta al 12.47% demostrando que tiene una variabilidad baja en los datos.

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza los factores Variedad, relación Variedad/fosforo, relación fosforo/potasio y relación variedad/fosforo/potasio no tienen diferencias significativas.

Analizando la variable rendimiento en kg/parcela en las variedades Desirée y Marcela de acuerdo al cuadro de ANVA se puede observar que existen diferencias altamente significativas en tratamientos, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula, donde nos indica que no hay incremento en el rendimiento expresado en kg/parcela, con esto se

demuestra que la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes incrementa el rendimiento kg/parcela con relación al testigo (Ver cuadro N°8).

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza que existe diferencia significativa en bloques al 5%, esto fue producto a que el bloque N°3 se presentó la enfermedad *Phytophthora infestans*, obteniendo una disminución de rendimiento en kg/parcela.

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza, en el factor fosforo y el factor potasio presentan diferencias altamente significativas tanto al 5% y 1%, ya que al aumentar las dosis de estos dos fertilizantes se incrementa de gran manera el rendimiento en kg/parcela.

Mediante el cuadro de análisis de varianza podemos observar que en el factor relación variedad/potasio si existe diferencia altamente significativa tanto el 5% y 1% con respecto al rendimiento en kg/parcela.

Como siguiente se realizar la prueba de comparación de medias tukey tanto al 5% y 1%.

11.2.7 Comparación de medias para la evaluación del rendimiento por parcela de acuerdo a variedades, dosis de fosforo y dosis de potasio

Cuadro N°18 Comparación de medias para el rendimiento kg/parcela de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo*Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sausalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

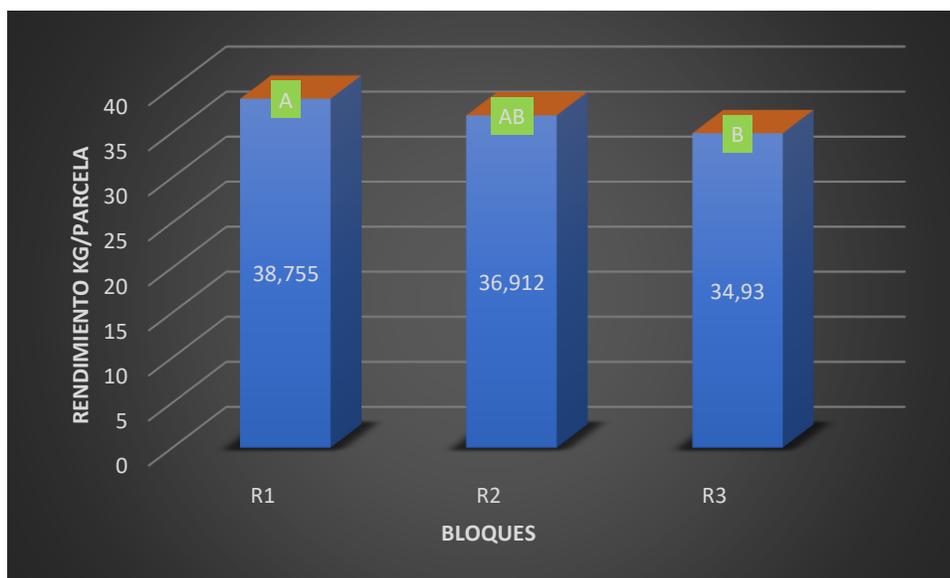
FACTORES	Variedad	Dosis aplicada (kg/ha)		Disponible en el suelo (kg/ha)		Total disponible para el cultivo Kg/ha		Rendimiento promedio en kg/parcela	Comparación de medias (tukey 5 %)	Nro de tratamiento
		Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio			
V2P4K3	Marcela	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	60,56	A	24
V1P4K3	Desirée	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	57,36	A	12
V1P4K2	Desirée	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	56,28	AB	11
V2P4K2	Marcela	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	49,88	ABC	23
V2P3K3	Marcela	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	49,32	ABC	21
V1P4K1	Desirée	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	48,48	ABC	10
V1P3K3	Desirée	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	41,52	BCD	9
V1P3K2	Desirée	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	40,2	CDE	8
V2P4K1	Marcela	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	39	CDEF	22
V2P3K2	Marcela	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	38,28	CDEFG	20
V1P3K1	Desirée	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	37,32	CDEFG	7
V2P2K3	Marcela	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	37,08	CDEFG	18
V2P3K1	Marcela	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	36,6	CDEFG	19
V1P2K2	Desirée	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	33,48	DEFGH	5
V1P2K3	Desirée	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	33,48	DEFGH	6
V1P2K1	Desirée	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	31,68	DEFGHI	4
V2P2K2	Marcela	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	31,44	DEFGHI	17
V2P2K1	Marcela	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	30,96	DEFGHI	16
V2P1K3	Marcela	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	25,8	EFGHI	15
V1P1K2	Desirée	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	24,84	FGHI	2
V1P1K3	Desirée	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	23,76	GHI	3
V2P1K2	Marcela	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	19,89	HI	14
V1P1K1	Desirée	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	19,8	HI	1
V2P1K1	Marcela	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	17,76	I	13

Fuente: elaboración propia

Mediante la prueba de tukey al 5% se tiene que los tratamientos V2P4K3 (T24), V1P4K3 (T12), V1P4K2 (T11), V2P4K2 (T23), V2P3K3 (T21) y V1P4K1 (10) no presentan diferencias significativas siendo estos los valores más altos respecto al rendimiento en kg/parcela. Estos tratamientos corresponden a las dosis más altas que se aplicaron en cuanto al fosforo, considerando también que el contenido de fosforo del suelo es de 5.79 Kg/ha, el mismo que es considerado bajo en el análisis químico de suelo.

En cuanto a la respuesta a las dosis de potasio aplicadas al suelo, sobre todo, si se considera que el contenido del suelo de este macronutriente, en el análisis químico arroja la cantidad de 177, 58 kg/ha, que es considerado alto, tenemos una respuesta a las dosis altas, pero no en las dosis medias aplicadas.

11.2.8 Comparación de medias bloques en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°17 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% factor bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



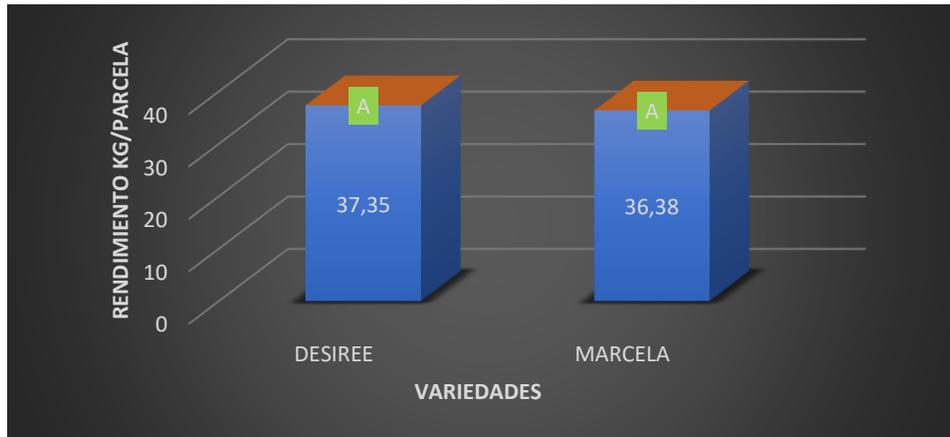
Fuente: elaboración propia

Gráfico N°18 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% factor bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene mediante la prueba de tukey que al 5% los bloques R1 y R2 no tienen diferencias significativas pero el bloque R3 sí presenta diferencia significativa.

Al 1% en la prueba de tukey explica que todos los bloques no presentan diferencias altamente significativas.

11.2.9 Comparación de medias variedad en kg/parcela

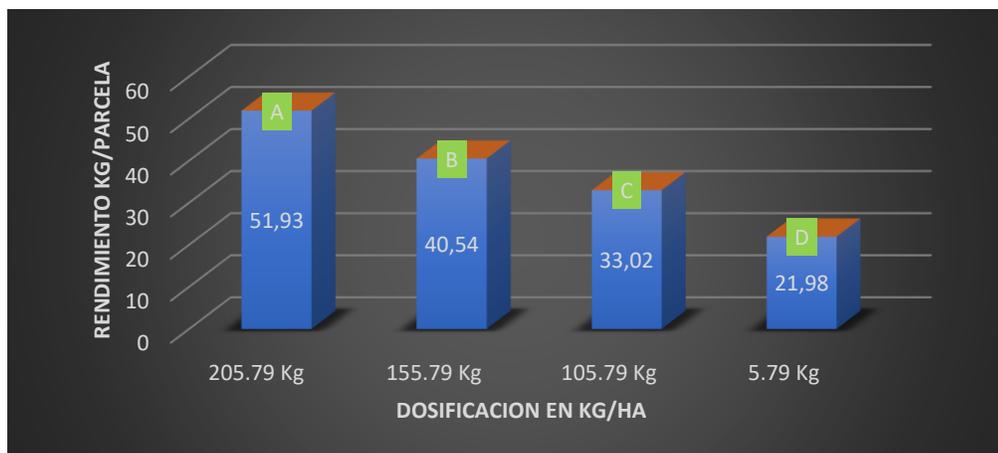


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°19. Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% factor Variedad Desirée y Marcela en la siembra de invierno en Sauzalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

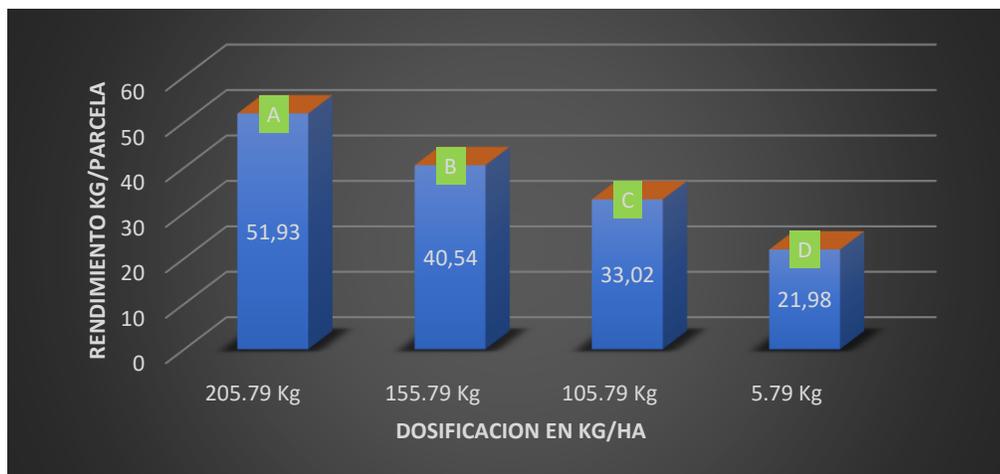
Se presenta mediante la prueba de tukey al 5% en factor variedad, que la variedad Desirée y la variedad Marcela no presentan diferencias significativas respecto al rendimiento en kg/parcela

11.2.10 Comparación de medias fosforo en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°20 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% factor fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

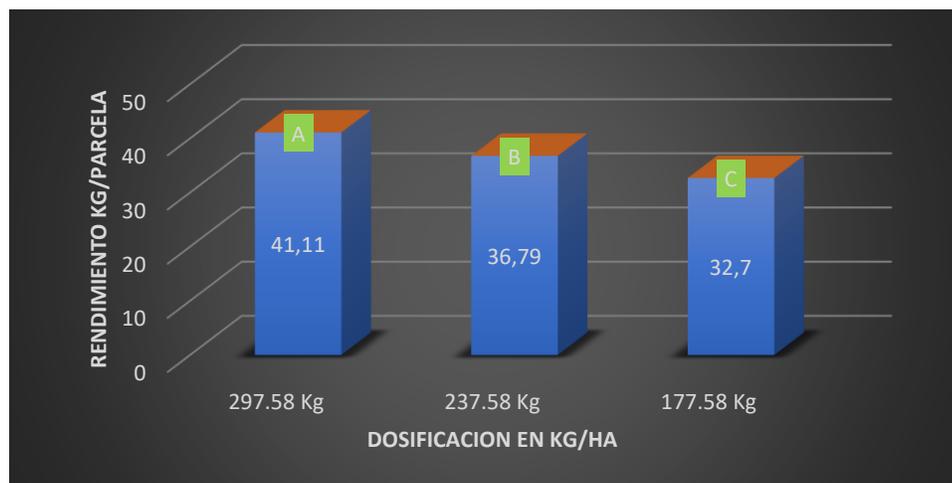


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°21 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% factor Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

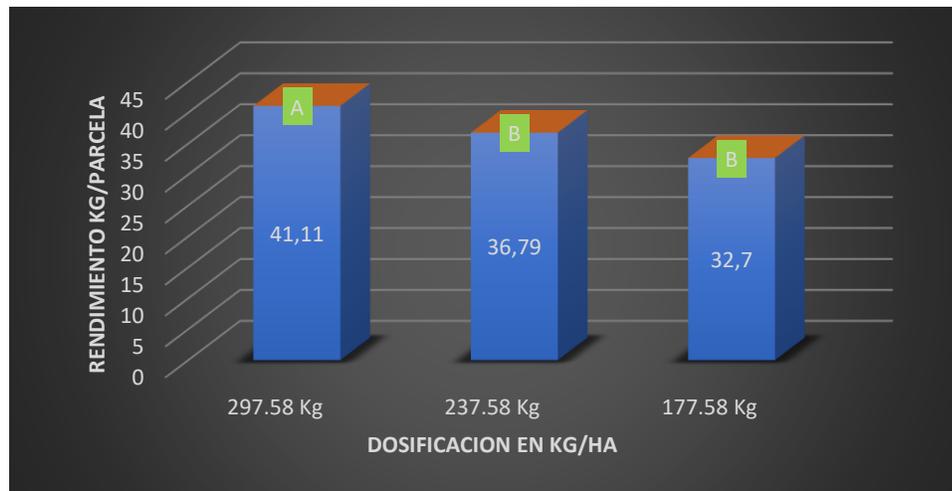
Mediante la prueba de tukey realizada en el factor dosis de fosforo se tiene que cada uno de ellos presentan diferencias altamente significativas tanto al 1% y 5% respecto el rendimiento en kg/parcela.

11.2.11 Comparación de medias potasio en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°22 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% factor Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



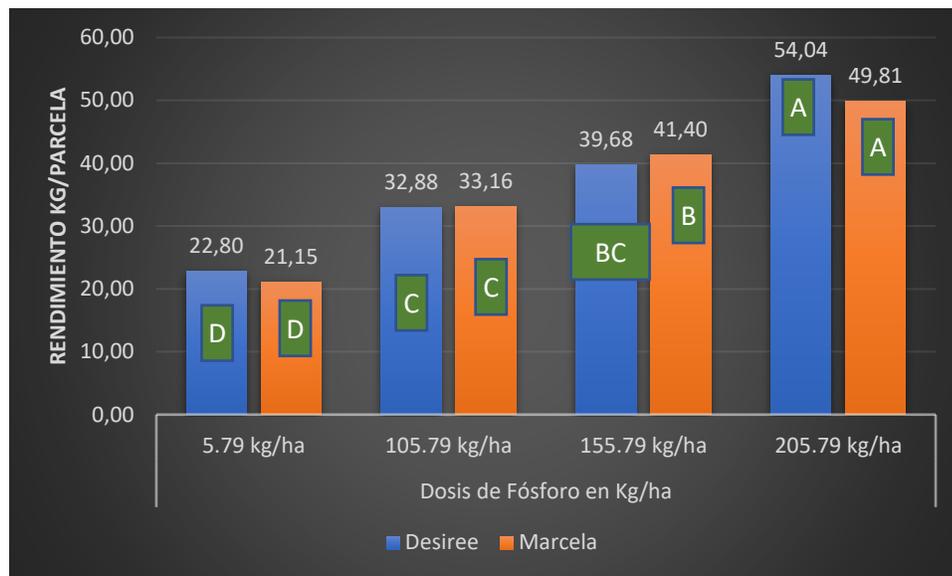
Fuente: elaboración propia

Gráfico N°23 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% factor Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene que mediante la prueba de tukey al 5% los factores dosis de potasio presentan diferencias significativas en cada uno de ellos.

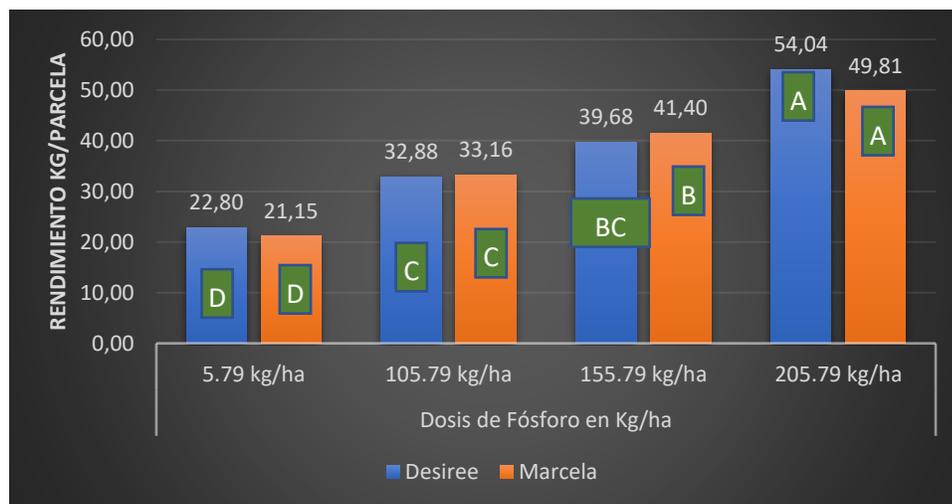
Al 1% en la prueba de tukey se tiene que solamente presenta diferencias altamente significativas el factor K3, siendo el que presenta el valor más alto respecto al rendimiento en kg/parcela.

11.2.12 Comparación de medias interacción factor variedad/fosforo en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°24 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% Interacción factor Variedad/Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

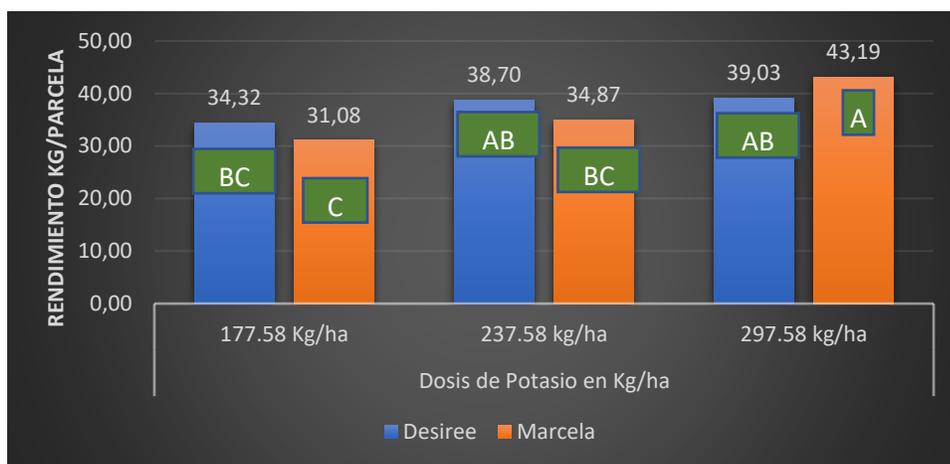


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°25 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% Interacción factor Variedad/Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

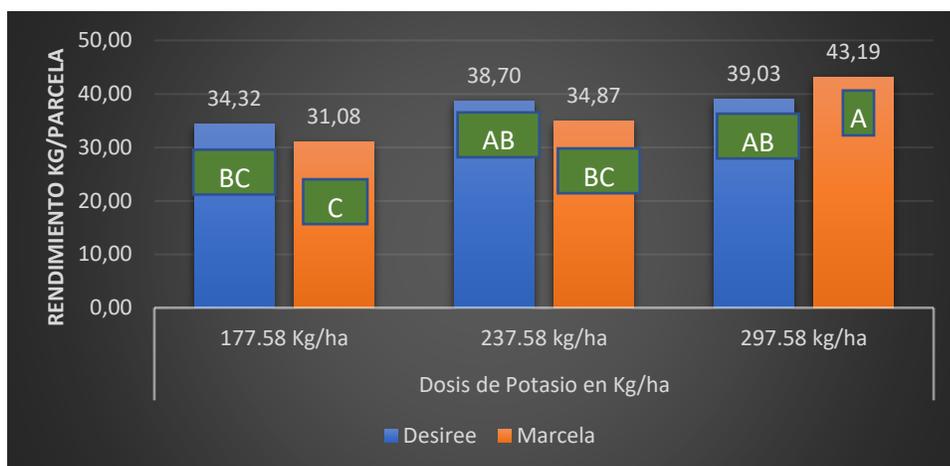
Se presenta en la prueba de tukey al 1 y 5 % que los factores P4V1 y P4V2 no presenta diferencias significativas, siendo estos los tienen un valor más superior al resto respecto al rendimiento en kg/parcela.

11.2.13 Comparación de medias interacción de factor Variedad/potasio en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°26 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% Interacción Variedad/Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

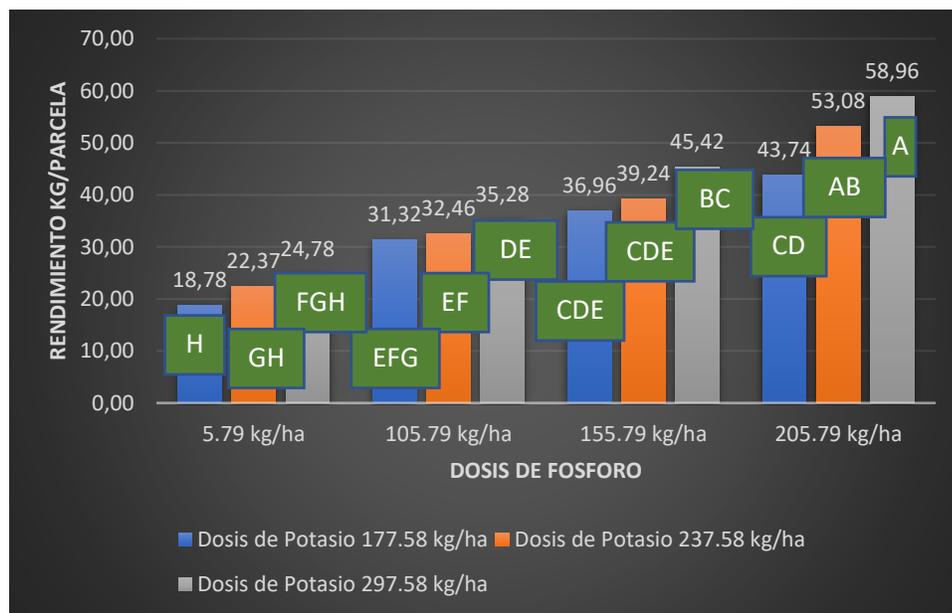


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°27 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% Interacción Variedad/Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

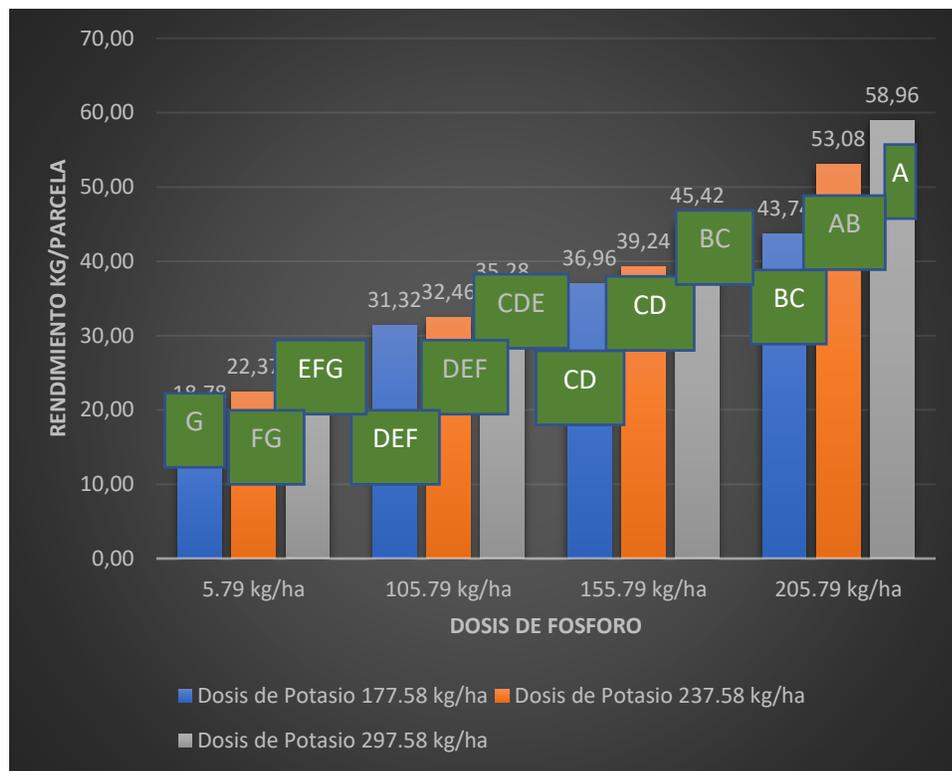
Se tiene mediante la prueba de tukey al 5% y 1% que los V2K3, V1K3 y V1K2 no presentan diferencias altamente significativas, siendo estos los que tienen un valor más elevado respecto al rendimiento en kg/parcela.

11.2.14 Comparación de medias interacción factor Fosforo/potasio en kg/parcela



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°28 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 5% factor Interacción fosforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°29 Prueba de comparación de medias en kilogramos/parcela, tukey al 1% Interacción factor Fósforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene mediante la prueba de tukey al 1 y 5% los factores P4K3 y P4K2 no presentan diferencias significativas, siendo estos los más altos respecto al peso en kg/parcela.

11.3 Análisis de resultados rendimiento toneladas/ha

Cuadro N°19 peso de tubérculos en toneladas/hectárea

Tratamientos			Replica I	Replica II	Replica III	Suma	Promedio	Nro de tratamiento
V1	P1	K1	13.74	11.08	11.74	36.55	12.18	1
		K2	13.29	18.83	13.74	45.86	15.29	2
		K3	13.07	15.95	14.84	43.86	14.62	3
	P2	K1	19.72	18.17	20.60	58.49	19.50	4
		K2	21.05	21.49	19.27	61.81	20.60	5
		K3	23.26	19.72	18.83	61.81	20.60	6
	P3	K1	21.49	24.37	23.04	68.90	22.97	7
		K2	24.37	23.26	26.58	74.22	24.74	8
		K3	28.80	25.26	22.60	76.65	25.55	9
	P4	K1	33.01	31.02	25.48	89.50	29.83	10
		K2	44.09	27.69	32.12	103.90	34.63	11
		K3	35.89	34.78	35.22	105.90	35.30	12
V2	P1	K1	12.18	9.97	10.63	32.79	10.93	13
		K2	12.41	13.74	10.58	36.73	12.24	14
		K3	14.84	15.51	17.28	47.63	15.88	15
	P2	K1	20.60	18.83	17.72	57.16	19.05	16
		K2	19.27	19.94	18.83	58.04	19.35	17
		K3	24.81	24.37	19.27	68.46	22.82	18
	P3	K1	27.47	20.38	19.72	67.57	22.52	19
		K2	25.03	21.05	24.59	70.67	23.56	20
		K3	26.58	37.00	27.47	91.05	30.35	21
	P4	K1	25.03	22.82	24.15	72.00	24.00	22
		K2	32.98	30.52	28.58	92.09	30.70	23
		K3	39.38	39.43	32.98	111.80	37.27	24
SUMA			572.38	545.16	515.89	1633.43	544.48	

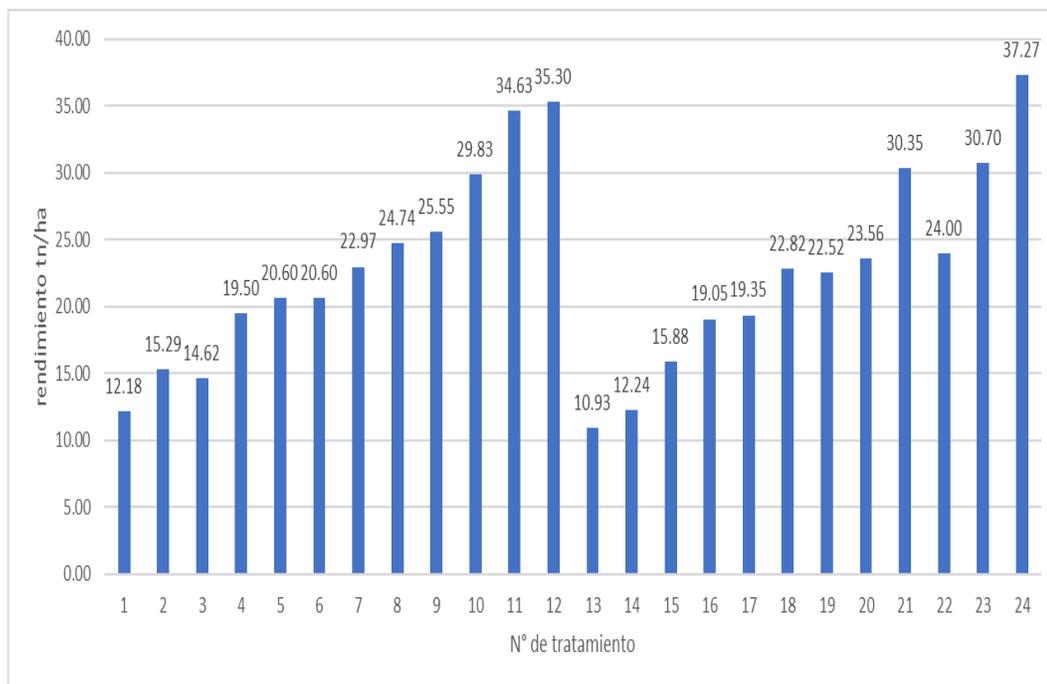


Gráfico N°30 Peso en toneladas por hectárea

Mediante el gráfico N°30 y el cuadro N°14 se tiene que el tratamiento T24 con un promedio con 37.27 Tn/ha perteneciente a la variedad Marcela, y el tratamiento T12 con un promedio de 35.30 Tn/ha perteneciente a la variedad Desirée, fueron los que obtuvieron un mayor rendimiento expresado en toneladas/hectárea, donde estos tratamientos tuvieron la dosificación de 205.79 kg de fertilizante mineral fosforado y 297.58 kg de fertilizante mineral potásico.

También se presenta el tratamiento T1 con un promedio de 12.18 Tn/ha perteneciente a la variedad Desirée y el tratamiento T13 perteneciente a la variedad Marcela con un promedio de 10.93 Tn/ha, los cuales obtuvieron los rendimientos más bajos con un tratamiento de 5.79 kg/ha de fertilizante mineral fosforado y 177.58 kg/ha de fertilizante mineral potásico.

11.3.1 Relación entre factores variedad/fosforo

Cuadro N°20 Relación variedad/fosforo

V/P	V1	V2	Σ
P1	126	117	243
P2	182	184	366
P3	220	229	449
P4	299	276	575
SUMA	827	806	1633

11.3.2 Relación entre factores variedad/potasio

Cuadro N°21 Relación variedad/potasio

V/K	V1	V2	Σ
K1	253	230	483
K2	286	258	543
K3	288	319	607
SUMA	827	806	1633

11.3.3 Relación entre factores fosforo/potasio

Cuadro N°22 Relación fosforo/potasio

P/K	P1	P2	P3	P4	Σ
K1	69	116	136	162	483
K2	83	120	145	196	543
K3	91	130	168	218	607
SUMA	243	366	449	575	1633

Cuadro N°23 Análisis de Varianza para la evaluación de rendimiento total (Tn/ha) de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo x Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sausalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F CALCULADA	5%	1%
TRATAMIENTOS	23	3811	166	20.70**	1.77	2.24
BLOQUES	2	66.54	33.27	4.15*	3.20	5.10
FACTOR A	1	6.43	6.43	0.80NS	4.05	7.21
FACTOR B	3	3250,16	1083.39	135.08**	2.81	4.24
FACTOR C	2	321.35	160.68	20.03**	3.20	5.10
A/B	3	33.87	11.29	1.41NS	2.81	4.24
A/C	2	90.04	45.02	5.61**	3.20	5.10
B/C	6	93.50	15.58	1.94NS	2.30	3.22
A/B/C	6	15.40	2.56	0.32NS	2.30	3.22
ERROR	46	368.97	8.02			
TOTAL	71	4246.26				

Coefficiente de variación

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{X} * 100 = \frac{\sqrt{8.02}}{22.69} * 100 = 12.47$$

El coeficiente de variación se presenta al 12.47% demostrando que tiene una variabilidad baja en los datos.

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza los factores Variedad, relación Variedad/fosforo, relación fosforo/potasio y relación variedad/fosforo/potasio no tienen diferencias significativas.

Analizando la variable rendimiento en Toneladas/hectárea en las variedades Desirée y Marcela de acuerdo al cuadro de ANVA se puede observar que existen diferencias altamente significativas en tratamientos, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula, donde nos indica que no hay incremento en el rendimiento expresado en toneladas/hectárea, con esto se demuestra que la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes incrementa el rendimiento tn/ha con relación al testigo (ver cuadro N°14).

Se presenta en el cuadro de análisis de varianza que existe diferencia significativa en bloques al 5%, esto fue producto a que el bloque N°3 se presentó la enfermedad *Phytophthora infestans*, obteniendo una disminución de rendimiento expresado en toneladas/hectárea.

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza, en el factor fosforo y el factor potasio presentan diferencias altamente significativas tanto al 5% y 1%, ya que al aumentar las dosis de estos dos fertilizantes se incrementa de gran manera el rendimiento expresado en toneladas/hectárea.

Mediante el cuadro de análisis de varianza podemos observar que en el factor relación variedad/potasio si existe diferencia altamente significativa tanto el 5% y 1% con respecto al rendimiento en toneladas/hectárea.

Como siguiente se realizar la prueba de comparación de medias tukey tanto al 5% y 1%.

11.3.4 Comparación de medias bloques en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°31 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% factor bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°32 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% factor bloques en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene mediante la prueba de tukey que al 5% los bloques R1 y R2 no tienen diferencias significativas pero el bloque R3 si presenta diferencia significativa.

Al 1% en la prueba de tukey se tiene que todos los bloques no presentan diferencias altamente significativas.

11.3.5 Comparación de medias variedad en tn/ha

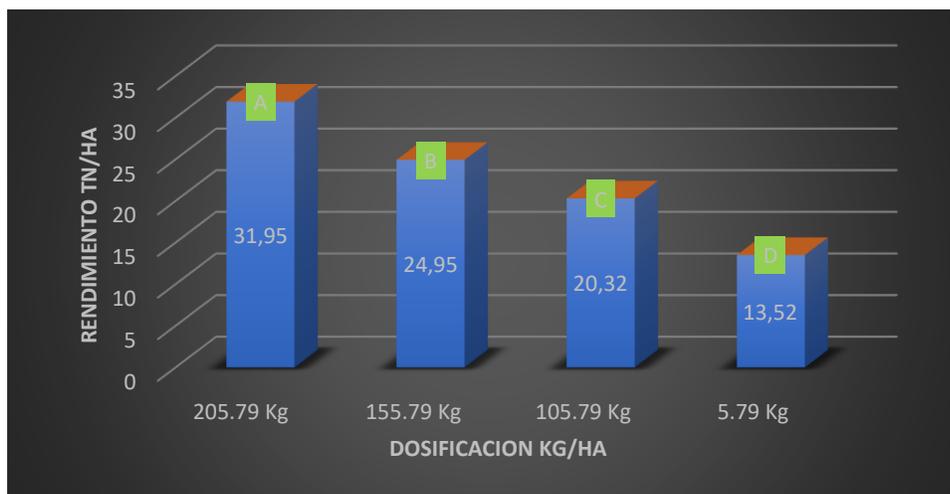


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°33 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% factor Variedad Desirée y Marcela en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

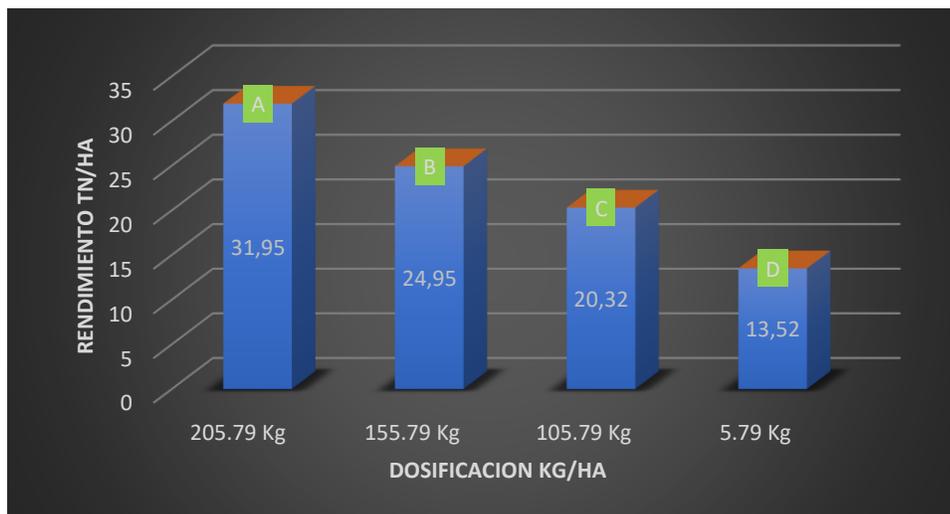
Mediante la prueba de tukey al 5% Ambas variedades no presentan diferencias significativas respecto al rendimiento en toneladas por hectárea.

11.3.6 Comparación de medias fosforo en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°34 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% factor Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

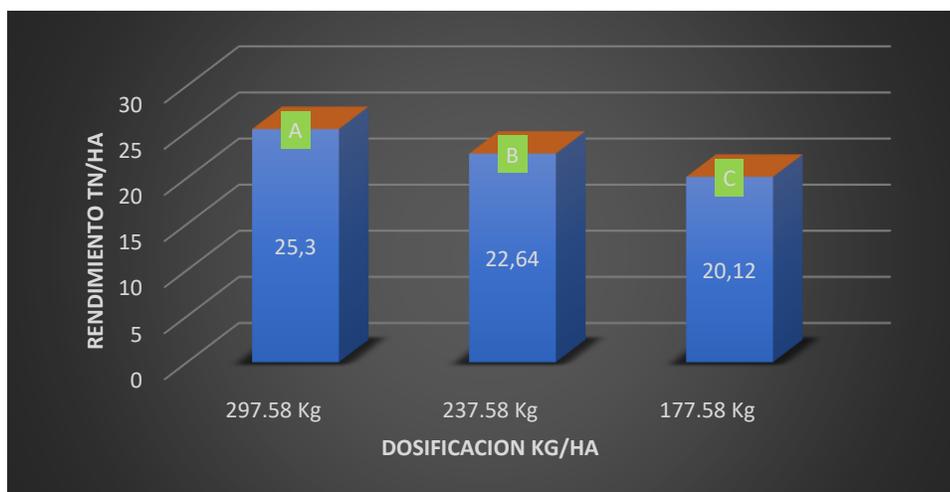


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°35 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% factor Fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

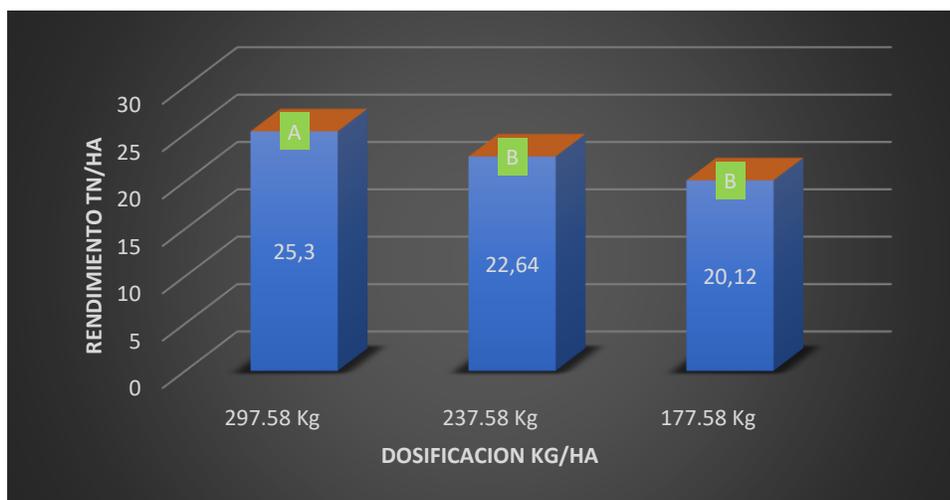
Se tiene que cada uno de los factores dosis de fosforo presentan diferencias altamente significativas tanto al 1% y 5% respecto al rendimiento en toneladas/hectárea.

11.3.7 Comparación de medias potasio en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°36 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% factor Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija, 2022.

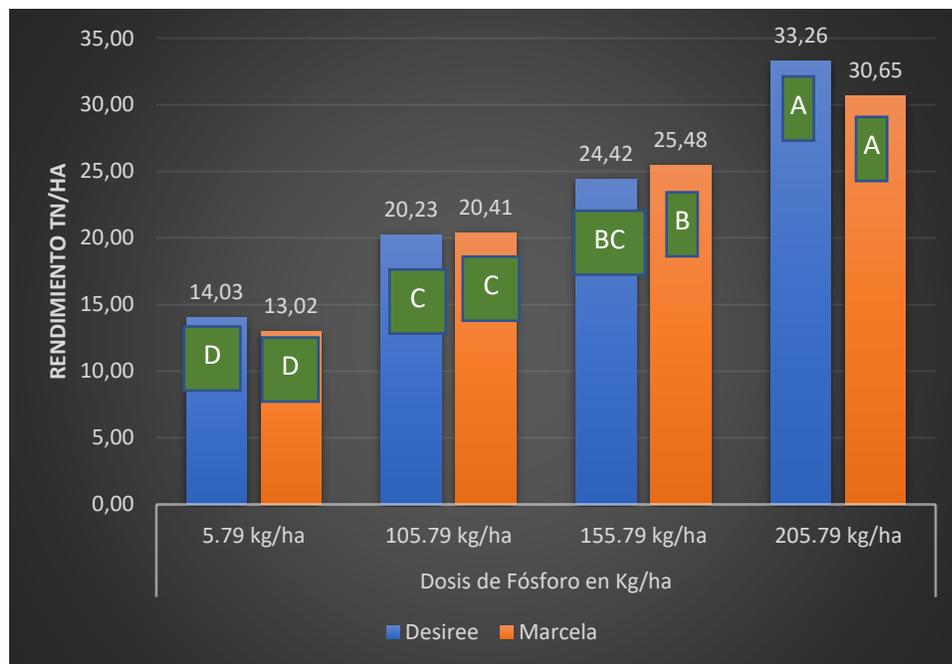


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°37 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% factor Potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija, 2022.

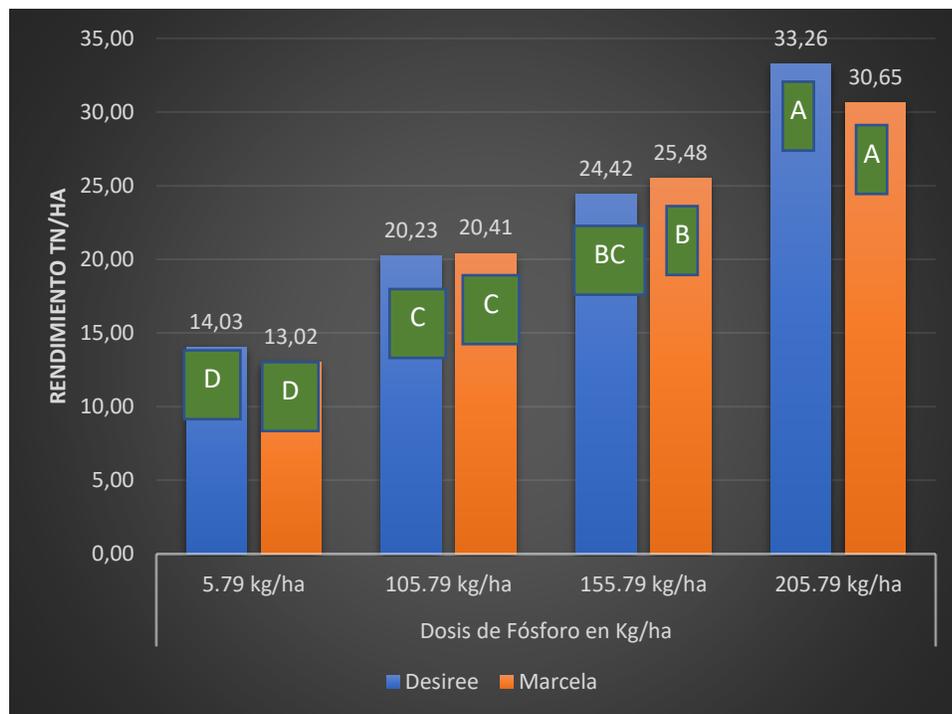
Se tiene que mediante la prueba de tukey al 5% los factores dosis de potasio presentan diferencias significativas en cada uno de ellos, mientras que al 1% solo presentan diferencias altamente significativas el factor K3 a los demás factores ya que el factor K2 y K1 no presentan diferencias altamente significativas.

11.3.8 Comparación de medias interacción factor variedad/fosforo en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°38 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% Interacción factor Variedad/fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

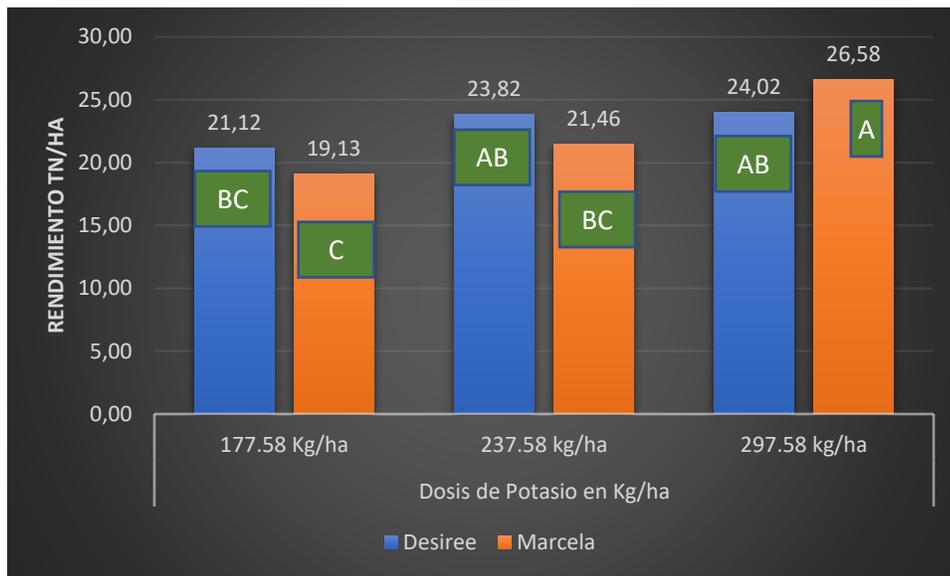


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°39 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% Interacción factor Variedad/fosforo en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

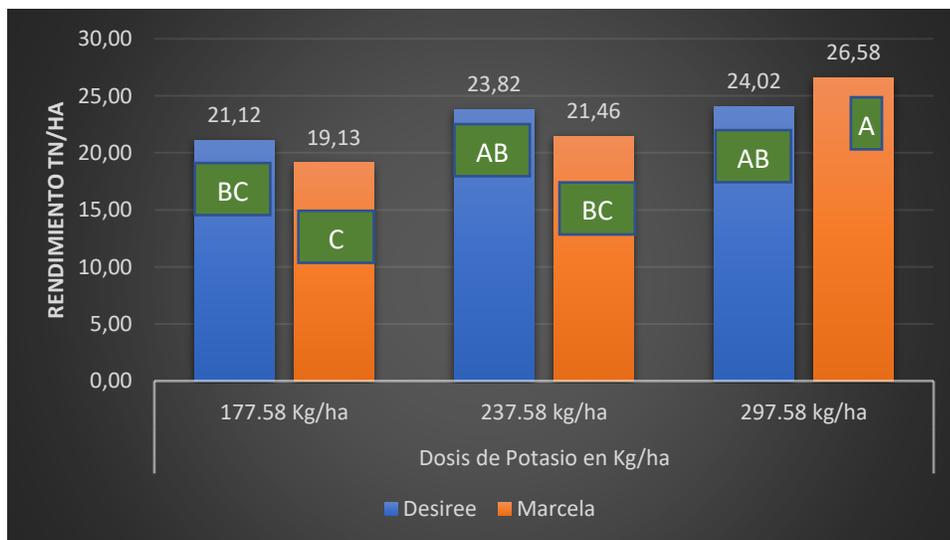
Se presenta en la prueba de tukey al 1% y 5 % que los factores P4V1 y P4V2 no presenta diferencias significativas, siendo estos los que tienen un valor mayor al resto respecto al rendimiento en toneladas/hectárea.

11.3.9 Comparación de medias interacción de factor Variedad/potasio en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°40 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% Interacción factor Variedad/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

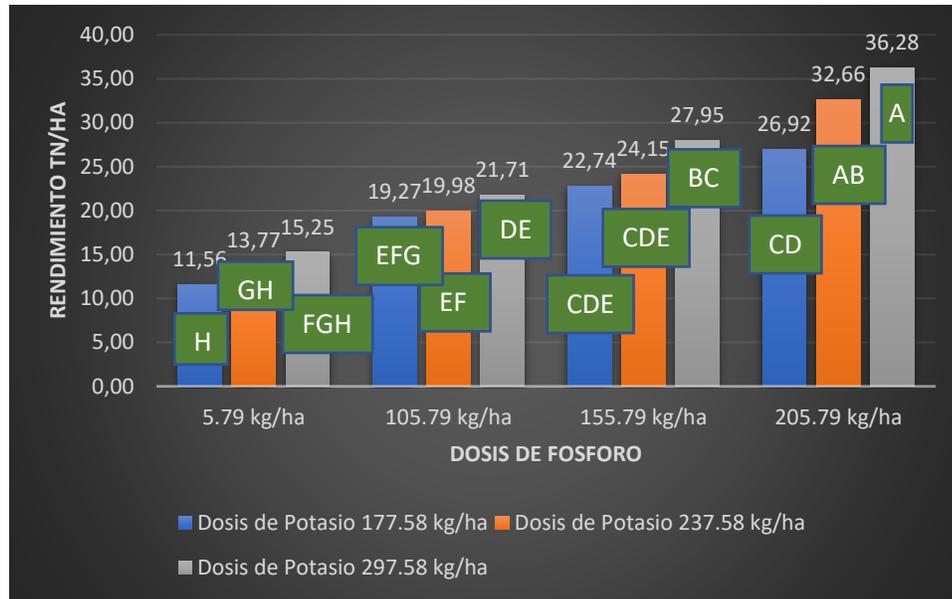


Fuente: elaboración propia

Gráfico N°41 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% Interacción factor Variedad/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

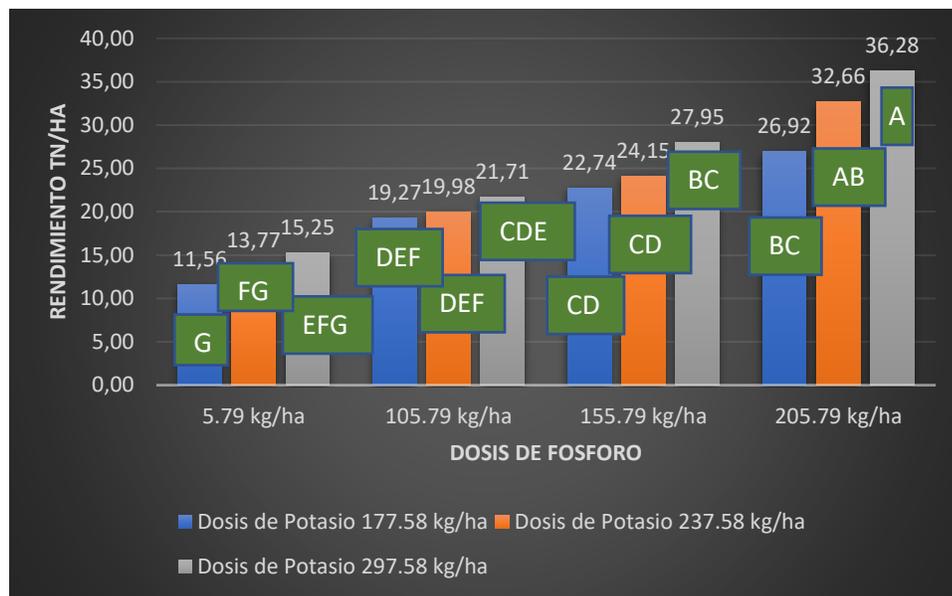
Se tiene mediante la prueba de tukey al 5% y 1% que los V2K3, V1K3 y V1K2 no presentan diferencias altamente significativas, siendo que estas presentan los valores más altos respecto al rendimiento en toneladas/hectárea.

11.3.10 Comparación de medias interacción factor Fosforo/potasio en tn/ha



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°42 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 5% Interacción factor Fosforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Fuente: elaboración propia

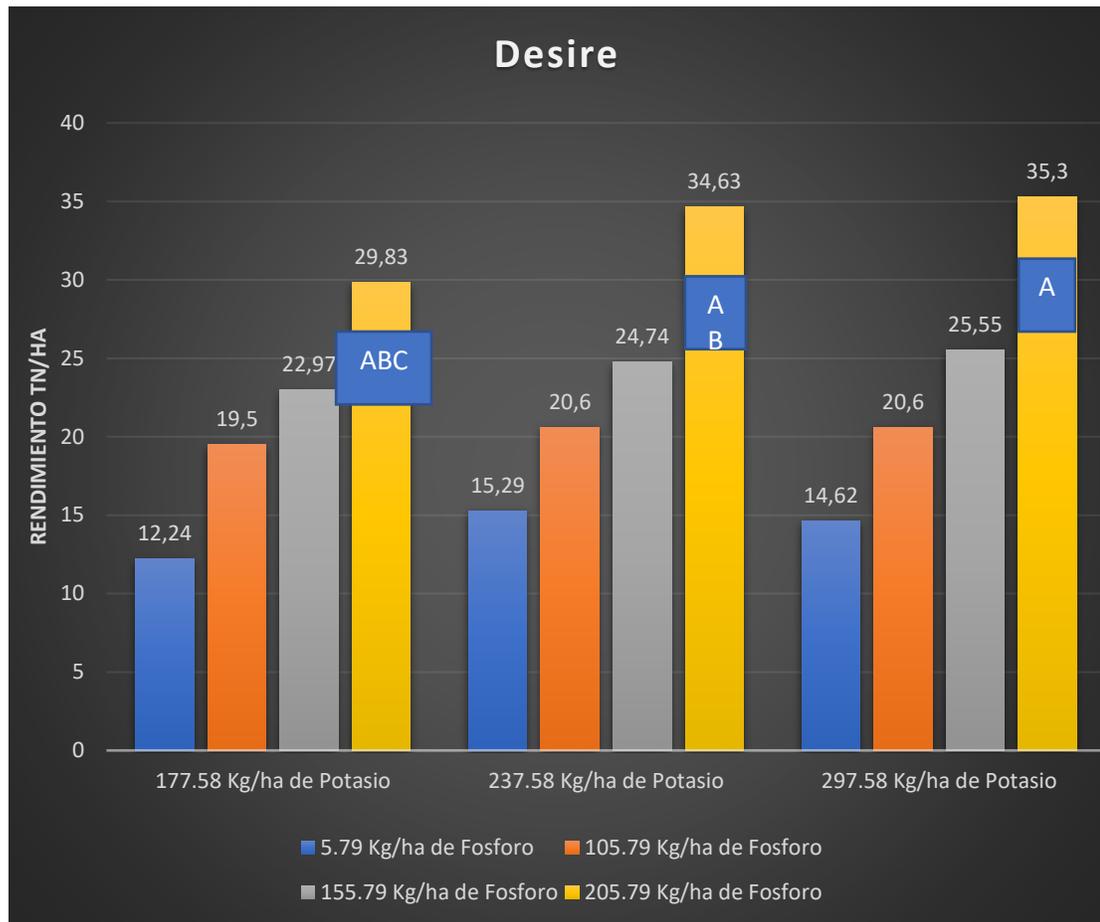
Gráfico N°43 Prueba de comparación de medias en toneladas/hectárea, tukey al 1% Interacción factor Fósforo/potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Se tiene mediante la prueba de tukey al 1 % y 5% los factores P4K3 y P4K2 no presentan diferencias significativas, siendo estos los más altos respecto al rendimiento en toneladas/hectárea.

Cuadro N°24 Comparación de medias para el rendimiento total (Tn/ha) de los tratamientos en estudio (Variedades de papa *Dosis de Fosforo*Dosis de Potasio), evaluados en la siembra de invierno (abril – agosto) en Sausalito, Caraparí, Dpto. Tarija. 2022

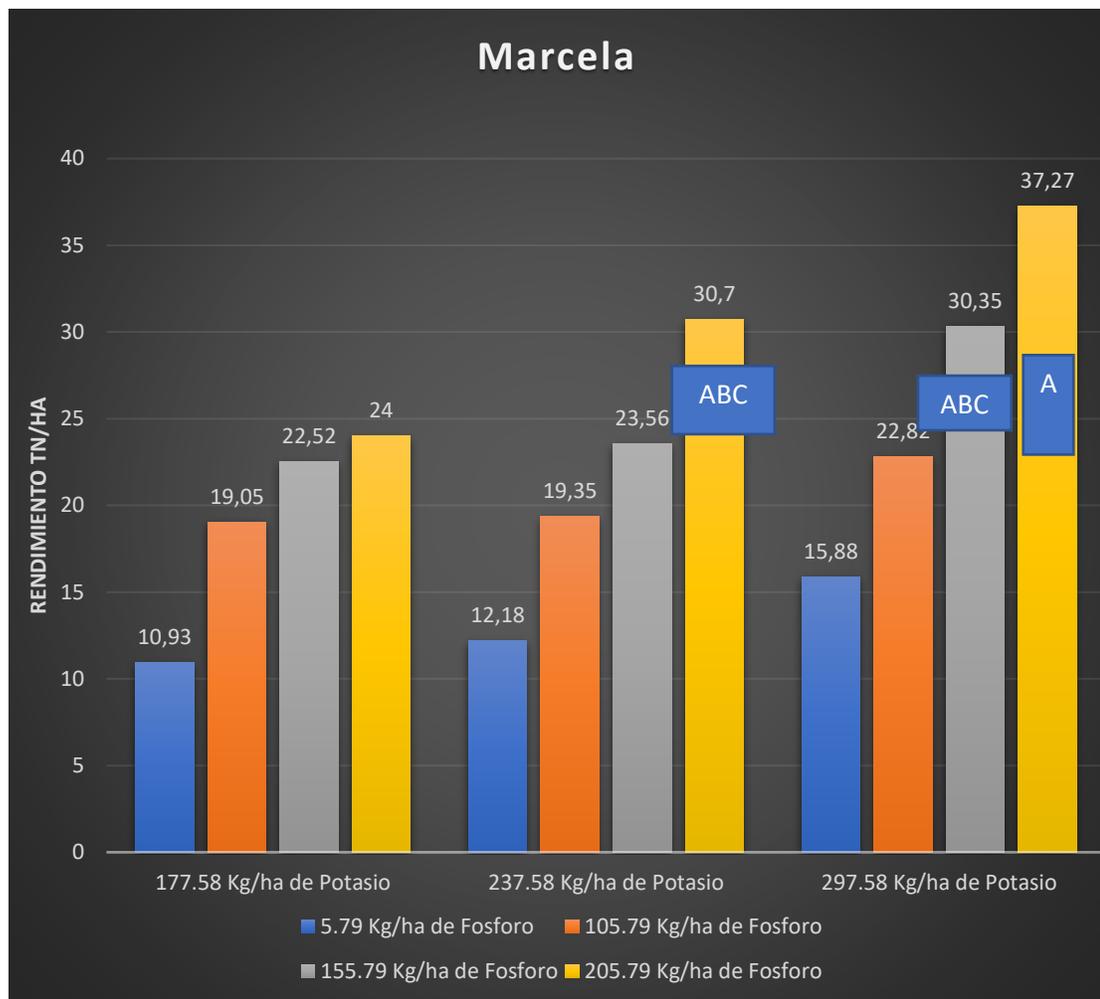
FACTORES	Variedad	Dosis aplicada (kg/ha)		Disponibile en el suelo (kg/ha)		Total disponible para el cultivo Kg/ha		Rendimiento promedio en tn/ha	Comparación de medias (tukey 5 %)	Nro de tratamiento
		Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio	Fósforo	Potasio			
V2P4K3	Marcela	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	37,27	A	24
V1P4K3	Desirée	200	120	5,79	177,58	205,79	297,58	35,3	A	12
V1P4K2	Desirée	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	34,63	AB	11
V2P4K2	Marcela	200	60	5,79	177,58	205,79	237,58	30,7	ABC	23
V2P3K3	Marcela	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	30,35	ABC	21
V1P4K1	Desirée	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	29,83	ABC	10
V1P3K3	Desirée	150	120	5,79	177,58	155,79	297,58	25,55	BCD	9
V1P3K2	Desirée	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	24,74	CDE	8
V2P4K1	Marcela	200	0	5,79	177,58	205,79	177,58	24	CDEF	22
V2P3K2	Marcela	150	60	5,79	177,58	155,79	237,58	23,56	CDEFG	20
V1P3K1	Desirée	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	22,97	CDEFG	7
V2P2K3	Marcela	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	22,82	CDEFG	18
V2P3K1	Marcela	150	0	5,79	177,58	155,79	177,58	22,52	CDEFG	19
V1P2K2	Desirée	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	20,6	DEFGH	5
V1P2K3	Desirée	100	120	5,79	177,58	105,79	297,58	20,6	DEFGH	6
V1P2K1	Desirée	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	19,5	DEFGHI	4
V2P2K2	Marcela	100	60	5,79	177,58	105,79	237,58	19,35	DEFGHI	17
V2P2K1	Marcela	100	0	5,79	177,58	105,79	177,58	19,05	DEFGHI	16
V2P1K3	Marcela	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	15,88	EFGHI	15
V1P1K2	Desirée	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	15,29	FGHI	2
V1P1K3	Desirée	0	120	5,79	177,58	5,79	297,58	14,62	GHI	3
V2P1K2	Marcela	0	60	5,79	177,58	5,79	237,58	12,24	HI	14
V1P1K1	Desirée	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	12,18	HI	1
V2P1K1	Marcela	0	0	5,79	177,58	5,79	177,58	10,93	I	13

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Grafica N°44 Prueba de comparación de medias tukey al 5% variedad/dosis de fosforo/dosis de potasio en Toneladas/hectárea (DESIREE) en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.



Fuente: elaboración propia

Grafica N°45 Prueba de comparación de medias tukey al 5% variedad/dosis de fosforo/dosis de potasio en Toneladas/hectárea (MARCELA) en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Mediante la prueba de tukey al 5% se obtuvo que los tratamientos V2P4K3 (T24), V1P4K3 (T12), V1P4K2 (T11), V2P4K2 (T23), V2P3K3 (T21) y V1P4K1 (T10) no presentan diferencias significativas por lo tanto se recomienda tomar en cuenta cualquiera de estos tratamientos para obtener el mayor rendimiento en toneladas/hectárea.

Según Montaldo e Ibarra (2003), si se cubren los requerimientos del cultivo de papa se puede esperar rendimientos superiores a las 30 tn/ha. Estos requerimientos alcanzan los 150, 250 y 300 kg/ha de N-P-K. En el presente estudio, los niveles máximos probados son: 141-205,79-297,58 kg/ha de N-P-K, habiéndose obtenido un rendimiento máximo de 37,27 tn/ha.

11.3.11 Interacción y tipo de efecto en el trabajo de investigación

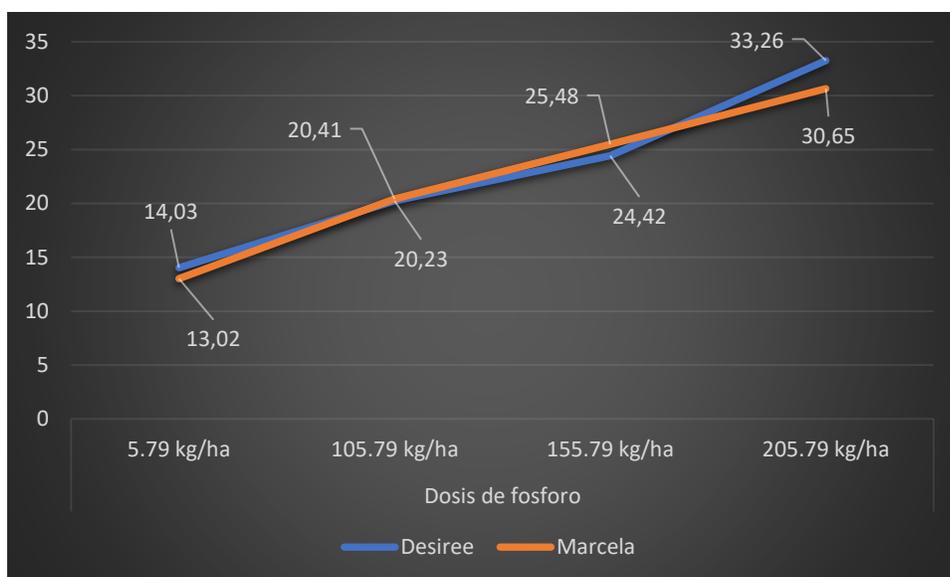


Gráfico N°46 efectos interactivos para factor variedad/fósforo expresado en toneladas/hectárea en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

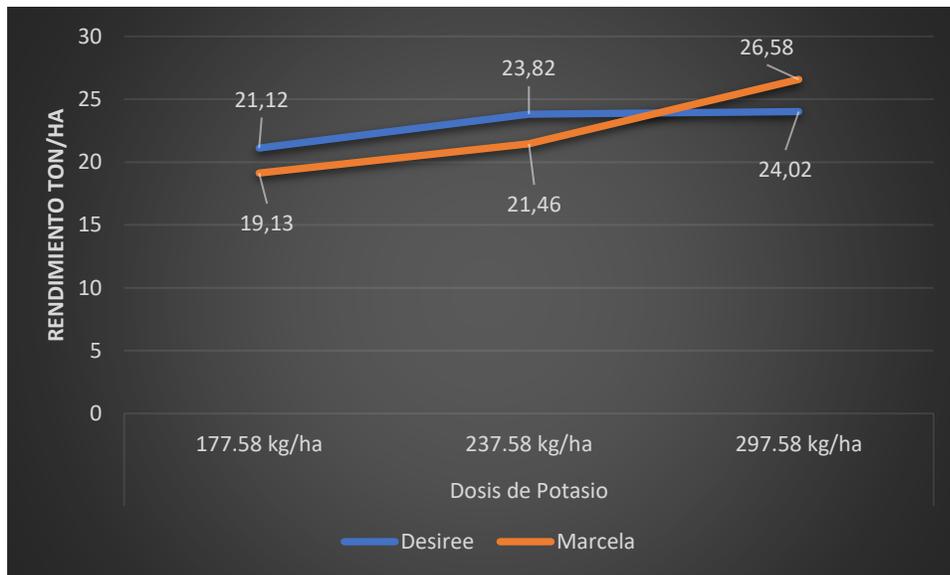


Gráfico N°47 efectos interactivos para factor variedad/potasio expresado en ton/ha en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

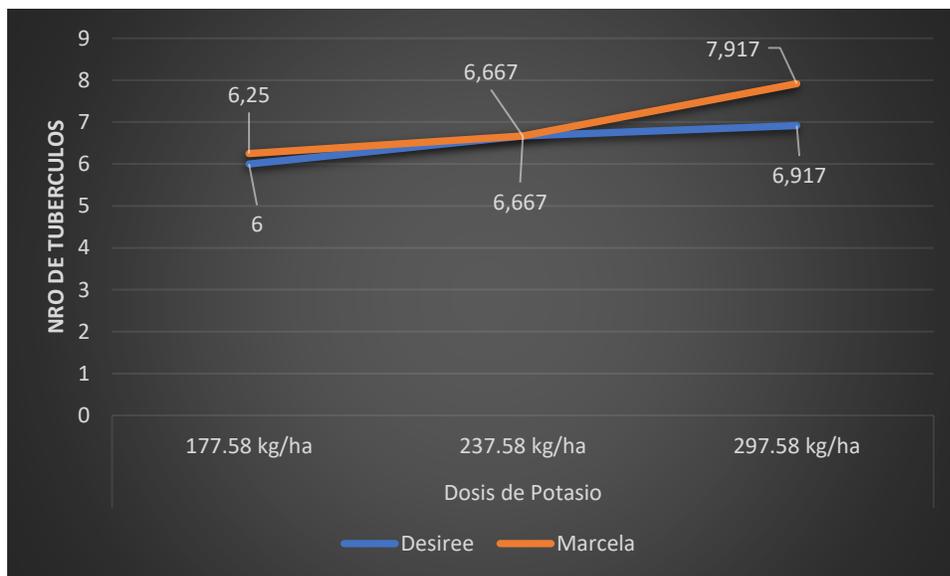


Gráfico N° 48 efecto interactivos para factor variedad/potasio expresado en tubérculos/planta en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

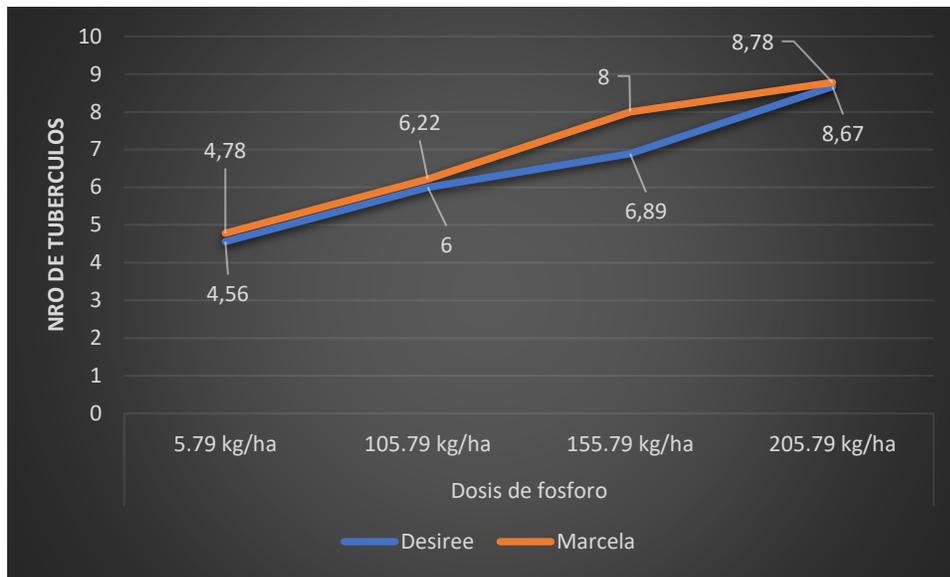


Gráfico N° 49 efecto interactivos para factor variedad/fosforo expresado en tubérculos/planta en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto Tarija. 2022.

Con estos resultados indica que la diferencia de dos diferencias no es cero, dando los datos como efectos interactivos donde las dos variedades aumentan tanto en número de tubérculos/planta, rendimiento kg/parcela y rendimiento en toneladas/hectárea además donde la variedad Marcela tiene mayor puntuación que la variedad Desirée en las variables ya mencionadas, por lo tanto, el fertilizante mineral fosforado y el fertilizante mineral potásico son factores dependientes.

11.4 Resultado del análisis económico

La variación de los costos está dada básicamente por el diferente uso de fertilizantes ya que después todo tratamiento recibió el mismo trato en cuestión de mano de obra, uso de plaguicidas y materiales.

11.5 Tasa de retorno marginal (TRM)

En el análisis de la Tasa de Retorno Marginal, previamente se discriminan los tratamientos dominados. Es decir, aquellos que tienen mayor o igual “costo que varía” pero con Ingresos Netos inferiores. Luego, de esta discriminación de tratamientos dominados, se calcula la Tasa de retorno Marginal. Es una herramienta muy útil en experimentos, permitiendo recomendaciones que incorporan el criterio de rentabilidad económica.

Cuadro N°25 Determinación de la Tasa de Retorno Marginal para la fertilización con fósforo y potasio en variedades de papa Desiree y Marcela en la siembra de invierno en Sauzalito, Carapari, Dpto. Tarija. 2022.

Variedad	Dosis de P (Kg/ha)	Dosis de K (Kg/ha)	Rend. (Tn/ha)	Costo parcial (Bs.)	Costos que varían (Bs.)	Costo Total (Bs.)	Beneficio Bruto (Bs.)	Beneficio Neto (Bs.)	Tratamiento dominado	Tasa de Retorno Marginal TRM (%)
Marcela	205.79	297.58	37.27	18,190.00	6,723.48	24,913.48	74,535.38	49,621.91	No	5.27
Desiree	205.79	297.58	34.63	18,190.00	6,723.48	24,913.48	70,596.92	45,683.44	SI	
Desiree	205.79	237.58	34.00	18,190.00	5,883.48	24,073.48	69,267.69	45,194.21	No	19.35
Marcela	205.79	237.58	35.30	18,190.00	5,883.48	24,073.48	61,390.77	37,317.29	SI	
Marcela	155.79	297.58	30.35	18,190.00	5,462.61	23,652.61	60,701.54	37,048.93	No	1.47
Desiree	205.79	177.58	29.83	18,190.00	5,043.48	23,233.48	59,667.69	36,434.21	No	23.21
Desiree	155.79	297.58	24.74	18,190.00	5,462.61	23,652.61	51,101.54	27,448.93	SI	
Desiree	155.79	237.58	22.52	18,190.00	4,622.61	22,812.61	49,476.92	26,664.31	No	3.22
Marcela	205.79	177.58	30.70	18,190.00	5,043.48	23,233.48	48,000.00	24,766.52	SI	
Marcela	155.79	237.58	25.55	18,190.00	4,622.61	22,812.61	47,113.85	24,301.24	SI	
Desiree	155.79	177.58	22.97	18,190.00	3,782.61	21,972.61	45,932.31	23,959.70	No	10.23
Marcela	105.79	297.58	22.82	18,190.00	4,201.74	22,391.74	45,636.92	23,245.18	SI	
Marcela	155.79	177.58	23.56	18,190.00	3,782.61	21,972.61	45,046.15	23,073.55	SI	
Desiree	105.79	237.58	19.05	18,190.00	3,361.74	21,551.74	41,206.15	19,654.41	No	1.62
Desiree	105.79	297.58	20.60	18,190.00	4,201.74	22,391.74	41,206.15	18,814.41	SI	
Desiree	105.79	177.58	19.50	18,190.00	2,517.20	20,707.20	38,990.77	18,283.57	No	7.64
Marcela	105.79	177.58	19.35	18,190.00	2,521.74	20,711.74	38,104.62	17,392.88	SI	
Marcela	105.79	237.58	20.60	18,190.00	3,361.74	21,551.74	38,695.38	17,143.65	SI	
Marcela	5.79	297.58	15.88	18,190.00	1,680.00	19,870.00	31,753.85	11,883.85	No	0.41
Desiree	5.79	237.58	10.93	18,190.00	840.00	19,030.00	30,572.31	11,542.31	No	6.38
Desiree	5.79	297.58	15.29	18,190.00	1,680.00	19,870.00	29,243.08	9,373.08	SI	
Desiree	5.79	177.58	12.18	18,190.00	0.00	18,190.00	24,369.23	6,179.23	No	0.00
Marcela	5.79	237.58	14.62	18,190.00	840.00	19,030.00	24,073.85	5,043.85	SI	
Marcela	5.79	177.58	12.04	18,190.00	0.00	18,190.00	21,858.46	3,668.46	No	0.00

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, en primer lugar, se han ordenado los Ingresos Netos de los tratamientos de mayor a menor. Luego, se han marcado con rojo los tratamientos, cuyos costos que varían son mayores o iguales que los que le anteceden en el orden y tienen menor Ingreso Neto. Es decir, son tratamientos que son aventajados puesto que tienen mayor costo, pero menor ingreso.

Una vez que se han determinado los tratamientos dominados, se calcula la Taza de Retorno Marginal, que proviene de restar dos tratamientos consecutivos no dominados y restar los Ingresos Netos. Luego, se obtiene la división de la diferencia de Beneficios netos con los costos que varía. Este dato aporta en qué medida la TRM se incrementa de un tratamiento a otros y si vale la pena la inversión.

En el presente estudio, se observa que la TRM se incrementa gradualmente con mayores dosis de fertilizantes puesto que tienen ingresos netos mayores. Es importante y útil, sin embargo, la identificación de los tratamientos que fueron dominados, y estos por lo general corresponden a aquellos en los que se incorporó potasio y no se ha reflejado en los ingresos. Fueron doce los tratamientos dominados, que corresponden a la mitad de los tratamientos evaluados.

11.6 Relación beneficio costo

La relación beneficio/costo es un parámetro económico importante de considerar en las explotaciones agropecuarias y sobre todo cuando se realizan inversiones a distintos niveles. Antes de emitir una recomendación de aplicación de fertilizantes, previamente es necesario considerar este parámetro. Para el efecto se han calculado la relación Beneficio/Costo para todos los tratamientos ensayados, tomando en cuenta los costos totales de producción y los beneficios netos para cada uno.

Cuadro N°26 Relación Beneficio/Costo para todos los tratamientos ensayados: Variedades, dosis de fosforo y dosis de potasio en la siembra de invierno en Sauzalito, Carapari, Dpto. Tarija. 2022.

Nro de tratamiento	Variedad de papa	Dosis de P (Kg/ha)	Dosis de K (Kg/ha)	Rend. (Tn/ha)	B/C	B/C en %
1	Desiree	5.79	177.58	12.18	1.34	134.0
2	Desiree	5.79	237.58	15.29	1.61	160.7
3	Desiree	5.79	297.58	14.62	1.47	147.2
4	Desiree	105.79	177.58	19.50	1.88	188.3
5	Desiree	105.79	237.58	20.60	1.91	191.2
6	Desiree	105.79	297.58	20.60	1.84	184.0
7	Desiree	155.79	177.58	22.97	2.09	209.0
8	Desiree	155.79	237.58	24.74	2.17	216.9
9	Desiree	155.79	297.58	25.55	2.16	216.1
10	Desiree	205.79	177.58	29.83	2.57	256.8
11	Desiree	205.79	237.58	34.63	2.88	287.7
12	Desiree	205.79	297.58	35.30	2.83	283.4
13	Marcela	5.79	177.58	10.93	1.20	120.2
14	Marcela	5.79	237.58	12.24	1.27	126.5
15	Marcela	5.79	297.58	15.88	1.60	159.8
16	Marcela	105.79	177.58	19.05	1.84	184.0
17	Marcela	105.79	237.58	19.35	1.80	179.5
18	Marcela	105.79	297.58	22.82	2.04	203.8
19	Marcela	155.79	177.58	22.52	2.05	205.0
20	Marcela	155.79	237.58	23.56	2.07	206.5
21	Marcela	155.79	297.58	30.35	2.57	256.6
22	Marcela	205.79	177.58	24.00	2.07	206.6
23	Marcela	205.79	237.58	30.70	2.55	255.0
24	Marcela	205.79	297.58	37.27	3.21	320.8

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, existe un creciente en la relación beneficio/costo con la aplicación de mayor cantidad de fósforo por hectárea. Esto se entiende como el retorno económico por cada unidad monetaria invertida. En el caso de menor rendimiento (12,18 tn/ha con 5.79 kg de fosforo y 177.58 kg de potasio perteneciente, dado por el análisis de suelo sin adición de fertilizante), la tasa de retorno es de 1,34 lo cual significa que se recupera lo invertido, pero de utilidad solo 0,34 por cada boliviano invertido. Mientras que con 205.79 kg/ha de fósforo y 177.58 kg/ha de potasio, se recupera el boliviano invertido y una utilidad de 1,57.

Este análisis permite apreciar que el costo de producción total, con la aplicación de fertilizantes se recupera con utilidades en un periodo de cuatro meses que dura un cultivo de papa. Sin embargo, debe quedar establecido que este es un análisis meramente económico, sin considerar los aspectos ecológicos y de sostenibilidad en el uso del suelo. En todo caso, estos resultados son los que aprecia el productor y lo inclina al uso de fertilizantes.

11.7 Costo unitario

Cuadro N°27 Estimación del Costo unitario para todos los tratamientos ensayados: Variedades, dosis de fosforo y dosis de potasio en la siembra de invierno en Sausalito, Carapari, Dpto. Tarija. 2022.

Nro de tratamiento	Variedad de papa	Dosis de N en kg	Dosis de P en kg	Dosis de K en kg	Rend. (Tn/ha)	Costo Total (Bs.)	Rend. Cargas(96 kg) /ha	Rend. Quintal (46 kg)/ha	Costo unitario bs/quintal	Costo Unitario Bs./Carga
1	Desiree	80	5.79	177.58	12.18	18,190.00	126.88	263.90	68.93	143.37
2	Desiree	80	5.79	237.58	15.29	19,030.00	159.27	331.28	57.44	119.48
3	Desiree	80	5.79	297.58	14.62	19,870.00	152.29	316.77	62.73	130.47
4	Desiree	80	105.79	177.58	19.50	20,707.20	203.13	422.50	49.01	101.94
5	Desiree	80	105.79	237.58	20.60	21,551.74	214.58	446.33	48.29	100.44
6	Desiree	80	105.79	297.58	20.60	22,391.74	214.58	446.33	50.17	104.35
7	Desiree	80	155.79	177.58	22.97	21,972.61	239.27	497.68	44.15	91.83
8	Desiree	80	155.79	237.58	24.74	22,812.61	257.71	536.03	42.56	88.52
9	Desiree	80	155.79	297.58	25.55	23,652.61	266.15	553.58	42.73	88.87
10	Desiree	80	205.79	177.58	29.83	23,233.48	310.73	646.32	35.95	74.77
11	Desiree	80	205.79	237.58	34.63	24,073.48	360.73	750.32	32.08	66.74
12	Desiree	80	205.79	297.58	35.30	24,913.48	367.71	764.83	32.57	67.75
13	Marcela	80	5.79	177.58	10.93	18,190.00	113.85	236.82	76.81	159.77
14	Marcela	80	5.79	237.58	12.24	19,030.00	127.50	265.20	71.76	149.25
15	Marcela	80	5.79	297.58	15.88	19,870.00	165.42	344.07	57.75	120.12
16	Marcela	80	105.79	177.58	19.05	20,711.74	198.44	412.75	50.18	104.37
17	Marcela	80	105.79	237.58	19.35	21,551.74	201.56	419.25	51.41	106.92
18	Marcela	80	105.79	297.58	22.82	22,391.74	237.71	494.43	45.29	94.20
19	Marcela	80	155.79	177.58	22.52	21,972.61	234.58	487.93	45.03	93.67
20	Marcela	80	155.79	237.58	23.56	22,812.61	245.42	510.47	44.69	92.95
21	Marcela	80	155.79	297.58	30.35	23,652.61	316.15	657.58	35.97	74.82
22	Marcela	80	205.79	177.58	24.00	23,233.48	250.00	520.00	44.68	92.93
23	Marcela	80	205.79	237.58	30.70	24,073.48	319.79	665.17	36.19	75.28
24	Marcela	80	205.79	297.58	37.27	23,233.48	388.23	807.52	28.77	59.84

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en todos los casos en los que se incrementa el fosforo para cada una de las dosis de potasio y en cada una de las variedades, los costos unitarios descienden de acuerdo con el incremento de los rendimientos. Este aspecto, refleja la ventaja comparativa del uso de insumos con potencial para incrementar los rendimientos, a los que recurren los agricultores normalmente. Esto también, le permite al productor poder bajar los precios de venta sin mayores efectos en sus ingresos puesto que sus costos unitarios pueden bajar hasta los 59,84 Bs./carga, como en el caso de

Marcela con 205.79 kg/ha de fósforo y 297.58 kg/ha de potasio. Para los tratamientos con bajos rendimientos el costo de una carga de papa puede llegar inclusive a los 143.37 Bs. cómo se observa en el tratamiento ensayado de Desirée, con 5.79 kg/ha de fosforo y 177.58 kg/ha de potasio, lo cual deja sin márgenes de utilidades para los productores.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.-El nivel óptimo para la aplicación de fertilizante mineral tomando en cuenta en el rendimiento y la respuesta a la inversión de fertilizantes minerales se obtuvo que el nivel óptimo de fertilización mineral para los tratamientos V2P4K3 (T24) y V1P4K2 (T11), los cuales obtuvieron rendimientos altos con relación a la respuesta de inversión de fertilizantes minerales.
- 2.- En cuestión al número de tubérculos por planta, los tratamientos V2P4K3 (24), V1P4K2 (T11), V2P3K3 (T21), V2P4K2 (T23), V1P4K3 (T12), V1P4K1 (T10), V2P4K1 (T22), V2P2K3 (T18), V1P3K2 (T8) y V2P3K2 (T20), no presentan diferencias significativas por lo tanto se llegó a la conclusión que dichos tratamientos tienen muy buen comportamiento en cuestión del número de tubérculos por planta donde podrán ser tomados en cuenta por la zona.
- 3.- Para el rendimiento en kilogramos por parcela se obtuvo que los tratamientos V2P4K3 (T24), V1P4K3 (T12), V1P4K2 (T11), V2P4K2 (T23), V2P3K3 (T21) y V1P4K1 (T10), no presentan diferencias significativas por lo tanto damos a decir que tienen un buen rendimiento en kilogramos/parcela para que puedan ser tomados en cuenta por la zona.
- 4.- Para el rendimiento en toneladas por hectárea se obtuvo que los tratamientos V2P4K3 (T24) variedad marcela con 37.27 Tn/Ha, V1P4K3 (T12) variedad Desirée con 35.30 Tn/Ha, V1P4K2 (T11) variedad Desirée con 34.63 Tn/Ha, V2P4K2 (T23) variedad marcela con 30.70 Tn/Ha, V2P3K3 (T21) variedad marcela con 30.35 Tn/Ha, V1P4K1 (T10) variedad Desirée con 29.83 Tn/Ha, no presentan diferencias significativas por lo tanto damos a decir que tienen un buen rendimiento en toneladas/hectárea para que puedan ser tomados en cuenta por la zona

- 5.- El análisis mediante la Tasa de Retorno Marginal para la aplicación de fertilizantes, arroja que los tratamientos con la aplicación de potación elevan los costos de producción sin resultados en los beneficios netos, por lo cual resultaron dominados la mitad de los tratamientos.
- 5.- Para el análisis económico relación beneficio costo se tiene que los tratamientos V2P4K3 (T24) con 3.21 b/c, V1P4K2 (T11) con 2.88 b/c, V1P4K3 (T12) con 2.83 b/c, V2P4K2 (T23) con 2.55 b/c, fueron los que obtuvieron los mayores ingresos dado que por cada 1 bs invertido obtuvieron una utilidad en los tratamientos V2P4K3 de 2.21 bs, V1P4K2 de 1.88 bs, V1P4K3 de 1.83 bs, V2P4K2 de 1.55 bs, siendo estos el mayor valor respecto a la relación beneficio costo.
- 5.- La aplicación de fertilizantes en mayores cantidades, disminuye el costo unitario, con lo cual el productor obtiene mayores utilidades por unidad producida y tiene mayor ventaja al momento de comercializar el producto, considerando algunas rebajas que pudiese hacer al vender la totalidad de la producción.

13 Recomendaciones

- 1.- Se recomienda considerar cualquiera de las dos variedades de papa (variedad Desirée y variedad Marcela) para la zona ya que ambas presentan un buen rendimiento en toneladas por hectárea, corroborado por el análisis estadístico.
- 2.- Se recomienda la aplicación de fertilizante mineral fosforado ya que gracias a este macronutriente se incrementó los rendimientos tanto en kg/parcela, toneladas/ha y en el número de tubérculos por planta.
- 3.-Se recomienda tomar en cuenta en el aspecto económico la relación beneficio/costo y el costo unitario por cargar de papa, ya que gracias a eso se podrá tener un buen margen de utilidad.

