

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas
en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol).
Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho - 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Angel Ricardo VIA Y RADA LOZANO

ASESOR:

Mtro. Rodolfo ALCA MENDOZA

AYACUCHO - PERÚ

2024

A Dios por su generosidad, por brindarme salud, vida y fortalecerme en cada día de mi existencia.

A mi abuela Noemi, mis padres Abel Vía y Rada y Victoria Lozano; por su ejemplo de vida y por haberme formado con valores.

A mis primos y amigos con quienes compartí momentos felices en esta etapa universitaria.

Ángel Ricardo

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía, por darme la oportunidad de cumplir mi vocación elegida.

A mi asesor el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, por su ayuda en la culminación del presente trabajo de tesis.

A mi familia del centro poblado de Paccha, pioneros de una agricultura tradicional del tubérculo de oca.

A mis padres y familiares que me apoyaron directamente e indirectamente en mi trabajo de investigación de campo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	3
Objetivo específico	3
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Origen y distribución.....	5
1.3 Clasificación taxonomía	6
1.4 Morfología.....	6
1.4.1 Semilla	6
1.4.2 Fruto	6
1.4.3 Inflorescencia	6
1.4.4 Tallo.....	7
1.4.5 Hojas.....	7
1.4.6 Flores.....	7
1.5 Fenología.....	7
1.5.1 Etapa I: Germinación y emergencia.....	7
1.5.2 Etapa II: Formaciones de estolones.....	7
1.5.3 Etapa III: Botón floral.....	8
1.5.4 Etapa IV: Floración	8
1.5.5 Etapa V: Tuberización.....	8
1.5.6 Etapa VI: Maduración.....	8
1.6 Condiciones agroecológicas	8
1.6.1 Clima	8
1.6.2 Precipitación	8

1.6.3	<i>Altitud</i>	9
1.6.4	<i>Luz</i>	9
1.6.5	<i>Viento</i>	9
1.6.6	<i>Suelo</i>	9
1.7	Plagas 9	
1.7.1	<i>Gusanos trazadores (Agrotis ipsilon)</i>	9
1.7.2	<i>Gusanos cortadores o defoliadores (Copitarsia sp., Spodoptera sp)</i>	10
1.7.3	<i>Pulgones (Aphididae sp)</i>	10
1.7.4	<i>Minador de las hojas (Liriomyza sp.)</i>	10
1.7.5	<i>Gorgojo de la oca (Microtrypes sp.)</i>	10
1.8	Enfermedades	10
1.8.1	<i>Pudrición radicular (Rhizoctonia sp)</i>	10
1.9	Manejo agronómico	11
1.9.1	<i>Elección del terreno</i>	11
1.9.2	<i>Labores culturales</i>	11
1.9.3	<i>Siembra y tape</i>	11
1.9.4	<i>Deshierbas y aporques</i>	11
1.9.5	<i>Fertilización o abonamiento</i>	12
1.9.6	<i>Riego</i>	12
1.10	Cosecha	12
1.11	Postcosecha	13
1.12	Producción de tubérculos	13
1.13	Rol de las fuentes de abonamiento mineral	13
1.13.1	<i>Nitrógeno (N)</i>	13
1.13.2	<i>Fosforo (P)</i>	14
1.13.3	<i>Potasio (K)</i>	14
1.14	Densidad de plantas	14
1.15	Variedades	15
1.16	Valor nutritivo	15
	CAPÍTULO II	16
	METODOLOGÍA	16
2.1	Lugar del experimento	16
2.1.1	<i>Ubicación política</i>	16
2.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	16

2.2	Tipo de investigación	16
2.3	Condiciones climáticas	17
2.4	Análisis químico y físico del suelo.....	19
2.5	Materiales	20
	2.5.1 <i>Material vegetal utilizado</i>	20
2.6	Tratamientos de estudio.....	20
2.7	Aporte del nitrógeno, fosforo y potasio.....	20
2.8	Diseño experimental.....	20
2.9	Unidad experimental	21
2.10	Características del campo experimental	21
2.11	Croquis del campo experimental	21
2.12	Croquis de la unidad experimental	22
2.13	El modelo aditivo lineal.....	22
2.14	Instalación y conducción del experimento	23
	2.14.1 <i>Preparación del terreno</i>	23
	2.14.2 <i>Marcado del campo experimental</i>	23
	2.14.3 <i>Surcado</i>	23
	2.14.4 <i>Siembra</i>	23
	2.14.5 <i>Abonamiento mineral</i>	23
	2.14.6 <i>Riego</i>	24
	2.14.7 <i>Control de malezas</i>	24
	2.14.8 <i>Aporque</i>	24
	2.14.9 <i>Control fitosanitario</i>	24
	2.14.10 <i>Cosecha</i>	24
2.15	Variables y componentes.....	25
	2.15.1 <i>Variables independientes y sus componentes</i>	25
	2.15.2 <i>Variable dependiente y sus componentes</i>	25
2.16	Criterios para evaluar las variables e indicadores	25
	2.16.1 <i>Componentes de rendimiento</i>	25
	2.16.2. <i>Merito económico</i>	26
CAPÍTULO III.....		27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
3.1	Componentes de rendimiento	27
	3.1.1 <i>Altura de planta</i>	27

3.1.2	<i>Número de tubérculos por planta</i>	29
3.1.3	<i>Diámetro ecuatorial del tubérculo</i>	31
3.1.4	<i>Longitud del tubérculo</i>	34
3.1.5	<i>Peso de tubérculo por planta</i>	37
3.1.6	<i>Rendimiento de oca</i>	40
3.2	Merito económico de los tratamientos	42
	CONCLUSIONES	45
	RECOMENDACIONES.....	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 <i>Composición nutricional de la oca</i>	15
Tabla 2.1 <i>Datos meteorológicos: temperatura (máxima, mínima, media), precipitación y balance hídrico correspondiente a campaña agrícola 2023-2024 de la Estación Meteorológica de Socos</i>	17
Tabla 2.2 <i>Resultados e interpretación del análisis de suelo de Paccha, Vinchos, Huamanga, Ayacucho</i>	19
Tabla 2.3 <i>Tratamientos estudiados en el campo experimental</i>	20
Tabla 3.1 <i>Análisis de variancia de la altura de planta (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	27
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia de número de tubérculos por planta (u), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	29
Tabla 3.3 <i>Prueba de Tukey del número de tubérculos por planta (u) con efecto de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	29
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia del diámetro del tubérculo (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	31
Tabla 3.5 <i>Prueba de Tukey del diámetro del tubérculo (cm) con el efecto del nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	32
Tabla 3.6 <i>Prueba de Tukey del diámetro del tubérculo (cm) con el efecto de densidad de plantas, Paccha 3363 msnm</i>	32
Tabla 3.7 <i>Análisis de variancia de la longitud del tubérculo (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	34
Tabla 3.8 <i>Prueba de Tukey de la longitud de tubérculo (kg) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	35
Tabla 3.9 <i>Análisis de variancia de peso de tubérculo por planta (kg), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	37
Tabla 3.10 <i>Prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta (kg) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	37
Tabla 3.11 <i>Análisis de variancia del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹), en las diferentes</i>	

	<i>densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	
	40
Tabla 3.12	<i>Prueba de Tukey del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹) con efecto de densidad de plantas, Paccha 3363 msnm</i>	40
Tabla 3.13	<i>Prueba de Tukey del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm</i>	41
Tabla 3.14	<i>Costos de producción, rendimiento de oca, precio de venta, valor de venta, utilidad bruta e índice de rentabilidad en los distintos tratamientos del cultivo de oca, Paccha 3363 msnm</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Temperatura (máxima, mínima, media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024.....</i>	18
Figura 2.2 <i>Croquis del campo experimental.....</i>	21
Figura 2.3 <i>Croquis de la parcela o unidad experimental.....</i>	22
Figura 2.4 <i>Variables independientes y sus componentes.....</i>	25
Figura 2.5 <i>Variables dependientes.....</i>	25
Figura 3.1 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en la altura de planta, Paccha 3363 msnm.....</i>	28
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey del número de tubérculos por planta (u) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm.....</i>	30
Figura 3.3 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el número de tubérculos por planta, Paccha 3363 msnm.....</i>	31
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm.....</i>	33
Figura 3.5 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el diámetro ecuatorial del tubérculo, Paccha 3363 msnm.....</i>	34
Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey de la longitud del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm.....</i>	35
Figura 3.7 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en la longitud del tubérculo, Paccha 3363 msnm.....</i>	36
Figura 3.8 <i>Prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta (kg) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm.....</i>	38
Figura 3.9 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el peso del tubérculo por planta.....</i>	39
Figura 3.10 <i>Prueba de Tukey del rendimiento total de oca (kg. ha⁻¹) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm.....</i>	41
Figura 3.11 <i>Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en</i>	

	<i>el rendimiento total de oca, Paccha 3363 msnm</i>	42
Figura 3.12	<i>Índice de rentabilidad, Paccha 3363 msnm</i>	44

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Reporte de análisis de suelo de Paccha - Vinchos a 3363 msnm – 2023.....</i>	50
Anexo 2. <i>Costo de producción de una hectárea de Oca con abonamiento mineral</i>	52
Anexo 3. <i>Datos promedio de campo de la variable de rendimiento con el indicador de altura de planta</i>	53
Anexo 4. <i>Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de numero de tubérculos por planta</i>	54
Anexo 5. <i>Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de diámetro ecuatorial del tubérculo.....</i>	55
Anexo 6. <i>Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de longitud de tubérculo</i>	56
Anexo 7. <i>Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador del peso del tubérculo por planta.....</i>	57
Anexo 8. <i>Datos promedios de campo del rendimiento de oca</i>	58
Anexo 9. <i>Panel fotográfico.....</i>	59

RESUMEN

La presente investigación de campo, tuvo como objetivo evaluar los niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Paccha 3363 msnm – Vinchos, Ayacucho - 2023. Se aplicó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial (5 niveles de abonamiento mineral N-P-K y 2 densidades de plantas) y se evaluó 10 tratamientos con 3 repeticiones. Para evaluar el trabajo se consideró las siguientes variables (altura de planta, número de tubérculos por planta, longitud de tubérculo, diámetro ecuatorial del tubérculo, peso del tubérculo por planta y rendimiento de tubérculo) y como resultado se logró un rendimiento de 26743.62 kg. ha⁻¹ con un nivel de abonamiento mineral de N-P-K de 100-80-60 kg. ha⁻¹ y con una densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ se obtuvo un rendimiento máximo de 27526.48 kg. ha⁻¹. Para la variable de altura de planta, no se encontró diferencia significativa siendo la altura máxima de 60.43cm; además los mayores resultados obtenidos en número de tubérculos por plantas son de T5 (37.33 u), diámetro ecuatorial de tubérculo en el T5 (2.75 cm), longitud de tubérculo T5 (9.04 cm), peso de tubérculo por planta del T5 y T10 (0.73 kg). El mejor mérito económico es con la densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ (0.30 m entre golpe y 0.80 m entre surco) con un abonamiento de potasio de 60 kg. ha⁻¹, se obtuvo un mayor índice de rentabilidad de 2.6 con una utilidad bruta de S/. 19,023.29.

Palabras clave: Rendimiento, densidad de plantas, nivel de abonamiento mineral, mérito económico y *Oxalis tuberosa* Mol.

INTRODUCCIÓN

Apaza (2018), menciona en su investigación en el Perú, la oca es el segundo tubérculo con mayor siembra y cosecha en área de cultivo de gran importancia en Los Andes, contribuyendo la seguridad alimentaria; después de la papa. La oca se halla en Los Andes de Perú y Bolivia, que están cultivadas ente los 2500 y 4100 metros sobre el nivel del mar. Esta zona presenta un clima frio, sin embargo, con precipitación mayor a “600 mm” y sin climas extremaos.

Según Tovar (2019), describe en su informe que los tubérculos andinos han sido seleccionados por los agricultores, con el fin de subsistir bajo las severas condiciones climáticas de Los Andes, seleccionando y manteniendo una alta diversidad de germoplasma con las excelentes cualidades organolépticas del tubérculo, resistencia a enfermedades y estrés hídrico. El tubérculo de oca, se cultiva en las diferentes zonas de la sierra, en lugares de secano, sujeta a las inclemencias del clima como son las heladas, granizadas, sequias; como a los ataques de plagas y enfermedades, debido a que resisten las bajas temperaturas y se desarrolla favorablemente en climas de frío moderado.

Guerrero (2004), en su investigacion en el cultivo de oca informa que obtuvo un rendimiento promedio de 14 t.ha^{-1} , este resultado lo obtuvo con un nivel de abonamiento mineral de 120-120-80 de NP-K, que se realizo en el valle da Mantaro, Junin a una altitud de 3350 msnm.

Generalmente la época de siembra de la oca varía según la altitud, en su mayoría se cultiva en una agricultura de secano por lo que se le debe sembrar cuando exista una acumulación de precipitación, es decir más de “120 mm”, entre los meses de septiembre y noviembre. (Tapia & Fries, 2007).

Por otra parte, el (CIP) Centro Internacional de la Papa (2018), declaro en el Congreso de la Papa, esto se realizado en la ciudad de Cusco, donde se reunieron varios países del mundo para discutir los avances tecnológicos y científicos. Mencionando que los valores de extracción de macronutrientes como el nitrógeno, fosforo y potasio por tonelada de oca son: 5 kg.t⁻¹ de N, 2.8 kg.t⁻¹ de P y 9.2 kg.t⁻¹ de K.

Hidalgo (2021) menciona en su investigación, que el distanciamiento entre surcos es de 80 centímetros con 50 centímetros en matas (golpes), lo que nos daría una población de 25000 tubérculos por hectárea, produciéndonos un rendimiento aproximado de 32000 kg. ha⁻¹. Este rendimiento se obtuvo gracias a la aplicación de roca fosfórica, Biol y abono de fruta.

Según Orosco et al. (2019), expresa en su investigación de campo que el abonamiento mineral en suelos pobres de macronutrientes “N-P-K”, el adecuado manejo de fertilización es de 80-160-60 kg. ha⁻¹ de N-P-K; este abonamiento mineral favoreció en el incremento del rendimiento, efecto marcado en el índice de área foliar, cobertura de follaje, acumulación de biomasa, duración de follaje, además anticipó en diez días las fases de floración y de tuberización de oca.

AGROPERÚ (2022) informa que la falta de precipitación en el Perú, pone en riesgo la campaña agrícola, que son de una agricultura en secano. Además, la siembra en las 17 regiones políticas fue retrasadas y los cultivos instalados prematuramente no han germinado o brotado y los que lograron hacerlo, se han secado por falta de agua. Para ello se recomienda la producción de tubérculos, mediante el uso de semillas de calidad, análisis de suelos, abonamiento adecuado, uso eficiente del agua son buenas prácticas agrícolas para combatir el impacto del cambio climático (AGROPERÚ, 2022).

Con el presente trabajo de investigación en la oca, se encontró el óptimo abonamiento mineral N, P, K y densidad de plantas, con la finalidad de que el agricultor incremente su rendimiento y su rentabilidad. Porque la mayoría de agricultores de Los Andes, generan el sustento económico a base de la agricultura en secano, siendo Los Andes de nuestro país un lugar adecuado para la producción de oca, ofreciendo así una alternativa adecuada para la comercialización en el mercado del tubérculo de oca.

Los resultados obtenidos serán de utilidad para los agricultores de Los Andes, debido a que tendrán el conocimiento de un adecuado abonamiento mineral de N-PK y densidad de plantas que genera mayor rendimiento y merito económico.

Objetivo general

Evaluar la influencia de los niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*) Paccha 3363 msnm – Vinchos, Ayacucho – 2023.

Objetivo específico

1. Evaluar la influencia de los niveles de abonamiento mineral NPK en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*) Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho.
2. Evaluar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*) Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho.
3. Evaluar el mérito económico en la producción de oca (*Oxalis tuberosa Mol.*) Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2004), describe en su investigación que la variedad de oca mejorado (*Oxalis tuberosa* Mol). de variedad “INIA 407 K'eny Rojo”, proviene de una selección de clones de distintos eco-tipos de cultivares. Esta variedad de oca fue sembrada a mediados de setiembre con humedad suficiente en el suelo, dando un rendimiento promedio de 24.5 t/ha dándonos así una rentabilidad al productor. Para ello se recomienda tener una densidad de plantas es de 80 centímetros entre surcos y 30 centímetros entre golpes (tubérculos) y de acuerdo al nivel de fertilidad se aplica un abonamiento mineral de 80-60-40 kg. ha⁻¹ de N-P-K.

Dentro del estudio de campo se analizó la influencia del abonamiento mineral en el cultivo de oca, determinando el desarrollo, producción, precocidad y rendimiento; con niveles de 80-160-80 kg. ha⁻¹ de N-P-K, frente a un testigo sin fertilización. Esto se realizó en la Estación Experimental Toralapa ubicado a una altitud de 3,450 msnm, se observó un efecto marcado de la fertilización mineral sobre el área foliar, duración de follaje y el rendimiento fue 23 t/ha (Valdivia et al., 2018).

Gualacata (2015), menciona que al realizar la evaluación de 4 variedades del cultivo oca (*Oxalis tuberosa*) en Imbabura - Ecuador a una altitud de 2430 msnm, con la aplicación de distintos niveles de abonamiento orgánico en oca. Las variables evaluadas fueron influenciadas por las enmiendas que se le aplicaron a cada uno de los tratamientos evaluados, obteniendo un mayor rendimiento de oca en la línea chaucha de 26. 01 t/ha con aplicaciones de humus en una dosis de 2500 kg. ha⁻¹.

Tovar (2019), indica que la oca es el segundo tubérculo andino más importante en el país, siendo el primer tubérculo más importante la papa; la oca es un cultivo poco

demandado a nivel del consumidor final. Es un cultivo de bajos insumos externos, producidos con técnicas de conservación como saberes ancestrales, conservables y sostenibles del recurso suelo – agua. La escala histórica de quince años atrás se describe que la oca redujo la superficie de cosecha (ha) al igual que los rendimientos obtenidos en kg. ha⁻¹, dando una baja producción en el año 2016.

1.2 Origen y distribución

ANPE-PERÚ (2007), relata que la oca se localiza en Los Andes de Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y Bolivia. Además, el límite máximo de altitud con mayor concentración de áreas sembradas y mayor producción está entre los 3000 y 3800 msnm, donde el clima es apto para el crecimiento de la oca.

Originario de Los Andes Centrales, podría estar entre el sur de Bolivia y Perú se cultiva generalmente en parcelas pequeñas que están asociadas a la papa, juntamente con la mashua y el olluco; por ser parte de la dieta del agricultor. (Yenque et al., 2014)

Yenque et al. (2014), menciona que las variedades de oca (*Oxalis tuberosa*) silvestre o cultivada, es un tubérculo andino de Perú, que se cultiva entre 3200 y 3900 msnm. contiene, carbohidratos, proteínas y vitaminas. Se consume mayormente sancochado, es muy dulce y agradable si se deja solear.

La ibia, conocido como “oca” en quechua, es un tubérculo de Los Andes, cuyo origen y domesticación es el sur del Perú, en la región Cuyo-Cuyo, al norte del Lago Titicaca considerándolo un cultivo antiguo, con 8.000 años de antigüedad (Perú Ecológico, 2018).

INIA (2023), menciona en su publicación técnica que de todas las tuberosas andinas, la papa es la más estudiada y los otros tubérculos como la oca no son estudiadas. No obstante, la oca forma parte importante de la dieta del agricultor andino y su agrobiodiversidad es conservada *in situ* por los propios agricultores que la cultivan siguiendo sus tradiciones, y también es conservada *ex situ* por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en la E. E. A. Andenes (Cusco), donde mantiene una colección de 1825 accesiones de oca provenientes de 19 regiones del Perú, además de Oruro, La Paz y Potosí (Bolivia).

1.3 Clasificación taxonomía

Vera et al. (2018), asigna la siguiente clasificación taxonómica para la oca:

Reino: Plantae

Clase: Dicotiledónea

Orden: Geraniales

Familia: Oxalidáceae

Género: *Oxalis*

Especie: *Oxalis tuberosa* Mol

1.4 Morfología

1.4.1 Semilla

ANPE-PERÚ (2007), menciona que la formación de tubérculos inicia a los 110 días aproximadamente, después de la germinación y el máximo crecimiento de tubérculos ocurre entre los 170 y 230 días.

El fruto consiste en una capsula de cinco lóculos, de textura membranosa y protegido por un cáliz que persiste. En cada lóculo se desarrollan entre una o más semillas. Estas semillas son elipsoidales, miden aproximadamente 1 mm de longitud, tienen una superficie granulosa y pueden ser de color pardo oscuro y claro. Generalmente la apertura de la capsula es explosiva, lo que es complicado encontrar semillas en los frutos maduros (Cárdenas,1989).

1.4.2 Fruto

ANPE-PERÚ (2007), menciona que la oca raramente produce frutos, pues normalmente las flores se caen poco después de abrirse, lo que impide la formación de frutos. Los tubérculos de la oca pueden adoptar formas elipsoidales, claviformes o cilíndricas y su sabor puede ser amargo como dulce. Además, tienen muchas yemas en toda su superficie y presenta una amplia variedad de colores, como el blanco, anaranjado, morado, amarillo, rosado y rojo.

1.4.3 Inflorescencia

Cajamarca (2010) describe su inflorescencia es umbeliforme, axilar con 2 asas simpodiales dispuestas entre 4 a 5 flores hermafroditas, con un pedúnculo de 10 a 15 centímetros de largo y un pedúnculo de 1 a 3 centímetros.

1.4.4 Tallo

Apaza (2018), afirma que la oca se trata de una variedad anual, de 20 a 70 cm de longitud, con tallos son cilíndricos y generalmente crecen para arriba desde la base de la planta. Son suculentos y presentan pubescencia (pelos) en la superficie de tallos. En jornadas extensas. Los estolones desarrollan en forma de tallos aéreos que crecen en el aire y en periodos de luz solar reducida, se introducen en el suelo para crear tubérculos de oca.

1.4.5 Hojas

Las hojas del tubérculo de oca son de forma alternadas y trifoliadas como las del trébol (Apaza, 2018).

1.4.6 Flores

Núñez (2015), menciona que las flores emergen en las axilas de las hojas en la parte superior de los tallos en racimos de cuatro a cinco flores. Cada flor cuenta con cinco pétalos de color amarillo con líneas moradas, diez estambres y un pistilo de tamaño que puede cambiar. La configuración de la flor permite suceder la polinización entre distintos individuos.

1.5 Fenología

SENAMHI (2011), indica en su informe que la observación fenológica conlleva al conteo de plantas que han llegado a una fase particular, lo que significa que el observador debe elegir un día en particular en lugar de un período en el que considera que ocurrió la fase fenológica. Se recomienda no sobrecargar al observador con la recopilación de una gran cifra de prácticas agronómicas.

1.5.1 Etapa I: Germinación y emergencia

SENAMHI (2011), describe que, en la etapa inicial, empieza a generar los brotes del tubérculo de oca se generan en los ojos del tubérculo y así emergen los brotes que salen del suelo. Este tubérculo requiere o necesita de nutrientes, agua, luz y una fuente de energía.

1.5.2 Etapa II: Formaciones de estolones

SENAMHI (2011), nos dice que en la segunda etapa de crecimiento del cultivo

de la oca se da la formación de los primeros estolones que forma el cultivo de cultivo de oca, estos estolones miden aproximadamente entre uno a dos centímetros de longitud.

1.5.3 Etapa III: Botón floral

SENAMHI (2011), menciona que en la tercera etapa se observa la presencia inicial de los botones florales en el tubérculo y la aparición de los primordios florales.

1.5.4 Etapa IV: Floración

En la cuarta etapa se abre las primeras flores y el cultivo de oca; se encuentra en plena floración. (Artica Cosme, 2022).

1.5.5 Etapa V: Tuberización

Artica (2022), menciona que durante la quinta etapa los estolones presentan en su extremo (ápice) una hinchazón que se va incrementando, en la parte externa del cultivo, la cantidad de floración es superior en la parte elevada que en la parte inferior.

1.5.6 Etapa VI: Maduración

SENAMHI (2011), describe que en la sexta etapa se inicia el amarillamiento de las hojas y posteriormente caída de hoja “la fotosíntesis disminuye gradualmente y hay senescencia de la planta. La fructificación se da en la parte aérea, mostrando las semillas botánicas y los tubérculos de oca completan su desarrollo.

1.6 Condiciones agroecológicas

1.6.1 Clima

La oca es resistente a bajas temperaturas y prospera en climas fríos moderados, no obstante, las heladas destruyen su follaje. Temperaturas por encima de 28°C destruyen a la planta. Puede desarrollarse y crecer generalmente en ambientes templado-fríos (FAO, 2010).

1.6.2 Precipitación

FAO (2010), menciona en su informe que, en Los Andes del Perú, el cultivo de oca crece en climas húmedos con una precipitación que varía entre los 570 a 2150 mm. que son repartidos uniformemente a través de las seis etapas del desarrollo del tubérculo.

1.6.3 Altitud

La “oca” generalmente crece entre los 3000 y 4000 msnm, donde las lluvias oscilan entre los 570 mm y 2,150 mm, repartidas de manera equitativa a lo largo de las fases fenológicas de la oca; es originario del altiplano peruano, pueden desarrollarse en ambientes templado-fríos. La mayor variabilidad se encuentra en los valles de Cusco y Ayacucho en Perú (Apaza, 2018).

1.6.4 Luz

FAO (2010), menciona que el tubérculo de la oca (*Oxalis tuberosa Mol*), como la mayoría de tubérculos necesita períodos diurnos inferiores a las doce horas para empezar a formar el tubérculo. La mayoría de las situaciones, los días más largos solamente provocan el crecimiento de las hojas (follaje).

1.6.5 Viento

Según la FAO (2010), nos dice que estas plantaciones son afectadas prácticas agrícolas relacionadas con la fertilización mineral, aporque, especialmente en cuanto al control enfermedades y plagas, lo que resulta en un incremento en su rendimiento de 40-50 t. ha⁻¹. Siendo similares a la producción de papa, dando otra opción a los productores de Los Andes.

1.6.6 Suelo

ANPE-PERÚ (2007), describe que la “oca” necesita suelos que son franco, profundo y que tengan un porcentaje alto de materia orgánica. Se sugiere una fertilización mineral utilizando campos de rotación de cultivos de papas que han sido previamente abonadas con materia orgánica (biol. Humus, compost, etc.). No obstante, la oca responde de manera eficiente al abonamiento mineral con materia orgánica, junto con niveles adecuados de nitrógeno y fosforo (80-40-0). Se informo que la tolerancia de pH es de 5.3 - 7.8.

1.7 Plagas

1.7.1 Gusanos trazadores (*Agrotis ipsilon*)

Este insecto corta el tallo de la plántula al nivel del suelo. Inhibe el crecimiento o provocan la muerte de la planta; marchitándose las plantas y encorvándose. (FAO, 2010).

1.7.2 Gusanos cortadores o defoliadores (*Copitarsia sp.*, *Spodoptera sp*)

FAO (2010), describe que las larvas de este insecto cortan las hojas, tallos y panojas; se esconden durante el día en la base de la planta, saliendo por la noche en busca de alimento. Para controlar esta plaga, se recomienda realizar aspersiones foliares cada 8 a 15 días a base de *Bacillus bassiana* (2 a 3 g/litro de agua).

1.7.3 Pulgones (*Aphididae sp*)

FAO (2010) informa que esta plaga produce picaduras en las hojas succionando la savia de la planta, produciendo daños directos al picar las hojas del tubérculo; al alimentarse de la saliva este insecto libera virus y toxinas. Para prevenir y controlar esta plaga se aconseja arar o roturar el terreno, rociar o aplicación foliación con jabones potásicos e insecticidas como Neem X o también el *Verticillum lecanil*.

1.7.4 Minador de las hojas (*Liriomyza sp.*)

Este insecto produce larvas que originan minas en las hojas de la planta de oca alimentándose de estas, lo que perturba el proceso la actividad fotosintética del tubérculo. Es aconsejable llevar a cabo aspersiones, roturaciones de campo o mullidos. Para el control del minador de hojas se realiza la aplicación foliar a la planta de oca con insecticida de Neem X (FAO, 2010).

1.7.5 Gorgojo de la oca (*Microtrypes sp.*)

Ortega et al. (1994), describe que el gorgojo ocasiona galerías, favoreciendo la entrada de hongos como *Mucor*, *Fusarium* y *Rhizopus*, los cuales deterioran la oca y ocasionan pérdidas al momento de almacenarlo. El 10% de las larvas que se encuentran el interior de la oca salen del tubérculo y descendieron al suelo para luego empujar y para luego convertirse en adultos. El 90% aproximadamente de individuos se mantuvo en el interior del tubérculo hasta alcanzar el estado adulto. Esto nos dice que las larvas abandonan solo a los 40 días de almacenamiento y los demás no salen hasta alcanzar el estadio adulto.

1.8 Enfermedades

1.8.1 Pudrición radicular (*Rhizoctonia sp*)

Este patógeno ataca a los tubérculos y tallos. Los síntomas característicos de esta enfermedad se observan en los tallos atacados del cultivo de oca, además pudren el

tubérculo de la oca. Se recomienda aplicar al suelo *Trichoderma* sp. (2.5g/litro) o Hidroxido de cobre a una concentración de 2.5g/litro (FAO, 2010).

1.9 Manejo agronómico

1.9.1 Elección del terreno

FAO (2010), menciona en su informe que los suelos aptos para el cultivo de la oca, son los mismos que se utilizan para la siembra de papas, mellocos y mashua.

1.9.2 Labores culturales

En el cultivo de oca se recomienda preparar el terreno se realice en el tercer día de luna menguante y el tercer día de luna nueva, para evitar la presencia de plagas. Para luego realizar el arado un mes antes de la siembra, esto consiste en realizar pases de arado profundo. Posteriormente realizar el rastrillado mullir y desterronar el suelo agrícola. Por último se elaboran surcos, para evitar la erosión y conseguir un remojo profundo del agua; con ello se le puede agregar ceniza vegetal para la desinfección del suelo (FAO, 2010).

1.9.3 Siembra y tape

FAO (2010) menciona que la siembra de la planta de oca debe llevarse a cabo durante el cuarto día de la fase menguante de la luna hasta la fase de luna llena (quinto día). La acción se lleva a cabo colocando la semilla brotada, desinfectada y desinfestada en el fondo del surco, manteniendo la distancia entre golpe que se mencionaron previamente. La cinta de la semilla agrícola será realizada de manera mecánica usando el tractor, el arado o simplemente el azadón, asegurándose de que la capa de tierra que la cubre no supere los quince centímetros, con el fin de prevenir la asfixia de la semilla y su posterior emergencia.

1.9.4 Deshierbas y aporques

Según la FAO (2010), nos informa que se requiere mantener el terreno sin plantas arvenses y se recomienda realizar la operación de aporque en la oca de dos a tres veces a lo largo de su ciclo de crecimiento; Esto favorecerá el aumento en la cantidad de tubérculos producidos, siempre y cuando se tenga la precaución de no cubrir completamente el follaje necesario para la fotosíntesis. La eliminación de malezas en el campo se debe llevarse a cabo desde el día 3 de la fase lunar menguante hasta tercer día de la fase lunar nueva. Durante este periodo de tiempo, las plantas arvenses habrán

agotado sus reservas en las raíces, por lo que al cortarlo le llevara mayor tiempo, para poderse recuperarse. En zona frías, se aconseja llevar a cabo 2 eliminaciones en la fase de luna creciente y en luna menguante.

1.9.5 Fertilización o abonamiento

Cam (2017), menciona en su investigación que la oca necesita suelos oscuros, con alto contenido materia orgánica y suelos no tan ácidos para lograr rendimientos óptimos. En la mayoría de los casos, se ha observado una alta respuesta al abonamiento mineral a base de nitrógeno. No obstante, son escasos los agricultores andinos que practican empleando fertilizantes ya que, al realizar rotación de cultivos, piensan que los nutrientes en el suelo agrícola son adecuados o suficientes, luego de cosechar la papa.

1.9.6 Riego

FAO (2010), menciona que los riegos deben ser aplicados cada doce a quince días respondiendo al estado del tiempo y las necesidades de la planta de oca. Después de la floración la frecuencia de riego debe ser de ocho a diez días, ya que en esta etapa el cultivo necesita más humedad para favorecer la formación de tubérculos. Según el crecimiento de las plantas, la cantidad de veces que debe ser regadas puede cambiar, porque esto depende de la textura del suelo. Si es un suelo arenoso requiere un mayor volumen de agua de riego que los suelos limosos. Si el riego es por aspersión, este debe realizar en las mañanas o en las tardes, con un cielo nublado. El riego no se debe realizar por aspersión, por ningún motivo en cielo despejado y con pleno sol, porque no son las condiciones adecuadas para la aparición de patógenos.

1.10 Cosecha

Según ANPE-PERÚ (2007), describe que la época es de forma oportuna cuando se marchitan las hojas, lo que sucede entre el mes 6 o 7 después de la siembra, según la variedad de oca. La oca se cosecha de forma similar que el cultivo de papa, pero los tubérculos de oca tienden a ser más débiles o delicados, es por ello que tienen que realizar el escarbe con sumo cuidado para no dañar el tubérculo al momento de extraerlos.

Orosco (2019), nos señala que el propósito de la recolección de manera gradual de los tubérculos de oca es para el consumo inmediato, esta acción debe llevarse a cabo desde el tercer día de luna menguante hasta el tercer día de luna nueva (noche oscura).

Sin embargo, si se almacena o como semilla, la recolección de los tubérculos se realizará desde el cuarto día de luna creciente hasta el cuarto día de luna llena. En esta etapa, los tubérculos contienen menos agua y hay menos probabilidad de que se pudran.

1.11 Postcosecha

Orosco (2019), menciona que es importante la clasificación de las ocas que estén sanas para poder seleccionar como semilla, luego seleccionar según categoría y destinar aquellos tubérculos de oca que estén con machas, perforaciones o mal conformados, producto del ataque de gusanos y posteriormente destinarlos a la transformación o para alimentar a los animales.

1.12 Producción de tubérculos

Apaza (2018) informa que el tubérculo de oca se siembra generalmente después de la siembra de papa, requiere poca labor de preparación del suelo, salvo el desterronado y se realiza un rastrillado. En la mayoría de casos se aporca una sola vez, pero responde con mejor producción a la repetición del aporque. Se ha demostrado que el control de malezas beneficia grandemente a la producción, lo cual se efectúa al momento del segundo aporque, elevándose el rendimiento de 6 a 20 t. ha⁻¹, cuando el deshierbo está acompañado de una buena fertilización. El tamaño y peso de la semilla son parámetros que influyen en la densidad de la oca; que puede variar de 800 y 1300 kg. ha⁻¹.

1.13 Rol de las fuentes de abonamiento mineral

1.13.1 Nitrógeno (N)

Este elemento desaparece muy rápido y se relaciona principalmente con la fotosíntesis (clorofila) el cual proporciona el color verde de las plantas, es un nutriente que fabrica sus alimentos a partir de la luz del sol. Las carencias de este nutriente se ven reflejado en el color verde pálido de las hojas más viejas, plantas tienden ser débiles teniendo un crecimiento bajo (Rodríguez & Flórez, 2007).

Publishing (2010), describe que el nitrógeno es absorbido por las raíces, en forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺), los factores que influyen en la absorción son: la especie y la intensidad lumínica. Las funciones son el incremento de masa seca, desarrollo del tallo, crecimiento de follaje y formación de frutos; mientras la deficiencia se observa por la clorosis de hojas inferiores y de menor tamaño.

1.13.2 Fosforo (P)

Rodríguez & Flórez (2007), hacen referencia que este nutriente radica en los procesos químicos de la planta como transferir energía a toda la planta, asociándose a un crecimiento radicular sano, todo esto afecta en el rendimiento del cultivo. Las deficiencias de este macroelemento son el color de las hojas que tienden ser azulado mate cayéndose prematuramente, estas carencias se observan en suelos ácidos, húmedos y en algunos tipos de arcillas.

Según INPOFOS (1997), informa en su investigación sobre el fosforo que este macroelemento es absorbido en forma de iones fosfato (H_2PO_4^- o HPO_4^{2-}), el fosforo inorgánico se incorpora en los compuestos orgánicos como enzimas, ácidos nucleicos y proteínas. Participa en la fotosíntesis, respiración y energía; el P ayuda a que las raíces y la plántula se desarrollen más rápidamente, mejora la eficiencia del uso del agua, mejora la resistencia a enfermedades y es vital en la formación de la semilla.

1.13.3 Potasio (K)

Rodríguez & Flórez (2007), comenta que el potasio es un macronutriente siendo importante para el desarrollo de las flores, mejorar la calidad de frutos y aumenta la resistencia a patógenos y estrés hídrico. La insuficiencia se manifiesta en los bordes y puntas de las hojas, que tienden a un color quemado o marrón, esto es recurrente en suelos arenosos donde se pierde fácilmente.

Según el INPOFOS (1997), menciona que el macroelemento (potasio) es tomado del suelo agrícola en forma iónica (K^+), las deficiencias aparecen primero en las hojas viejas, con el quemado de los filos de las hojas, crecen lentamente, tienen sistemas radiculares pobremente desarrollados, los tallos son débiles, los frutos o semillas son regularmente arrugados o pequeños. El potasio activa enzimas, mantiene la turgencia de la célula, mejora la fotosíntesis y el transporte de azúcares y almidones, ayuda a la absorción de N y la síntesis de proteínas. Mejora la calidad e incrementa el peso, fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor el estrés.

1.14 Densidad de plantas

La densidad de plantas se define como el número de plantas (tubérculos) por

unidad de área o en este caso hectárea, además tiene marcado efecto sobre el cultivo, considerándose como variable dependiente, de la misma forma que un abonamiento, además las plantas a densidades altas responden a un aumento en su altura, longitud, hojas flores y nudos (Arcila, 2007).

1.15 Variedades

Urrunaga (2002), nos informa que el Perú posee en las regiones de Cusco, Puno y Huancayo una de las mejores colecciones de germoplasmas con un aproximado de 400 accesiones, mientras el país de Ecuador presenta su germoplasma en Quito. De igual forma la Corporación Colombiana Internacional (CCI) informa la existencia de más de 50 nuevas variedades adquiridas.

1.16 Valor nutritivo

Yenque et al. (2014) describe el valor nutritivo de la oca en 100 gramos, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1.1

Composición nutricional de la oca

Nutrientes	Oca cosechada	Oca deshidratada
Energía (Kcal)	61.0	325.0
Agua (%)	84.1	15.3
Proteína(g)	1.0	4.3
Carbohidratos(g)	13.3	75.4
Calcio (mg)	2.0	52.0
Hierro (mg)	1.6	9.9
Vitamina (mg)	38.4	2.4

Fuente: Yenque et al., 2014

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Lugar del experimento

2.1.1 *Ubicación política*

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Vinchos
Centro poblado : Paccha

2.1.2 *Ubicación geográfica*

Latitud sur : 13°11'25.2''
Longitud oeste : 74°24'33.1''
Altitud : 3363 msnm.

2.2 Tipo de investigación

Tipo: Aplicada (observación, longitudinal, comparativo)

Nivel: Experimental

2.3 Condiciones climáticas

Tabla 2.1

Datos meteorológicos: temperatura (máxima, mínima, media), precipitación y balance hídrico correspondiente a campaña agrícola 2023-2024 de la Estación Meteorológica de Socos

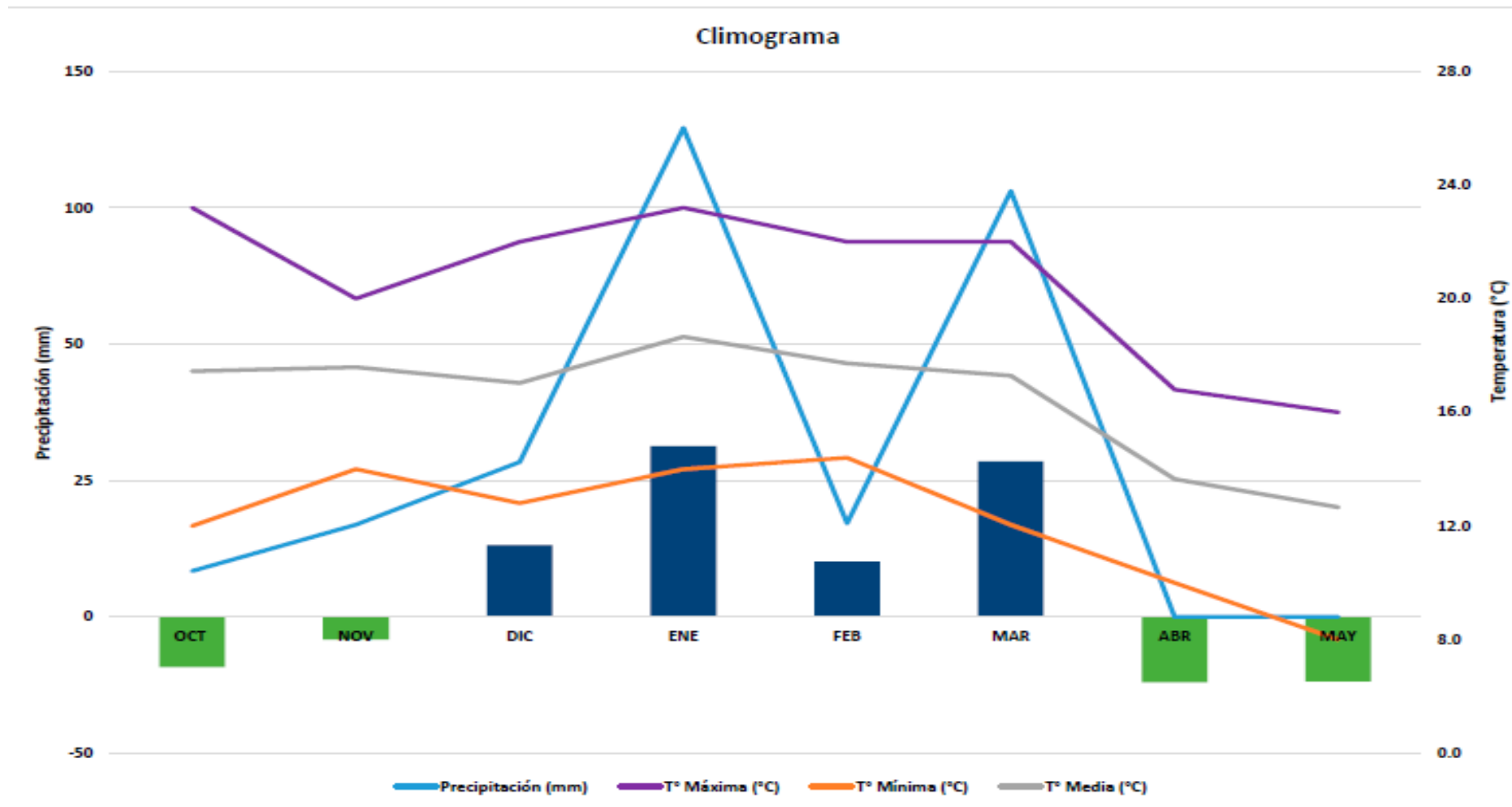
Distrito : Socos Altitud : 3490 msnm
 Provincia : Huamanga Latitud : 13°12'21.22"S
 Región : Ayacucho Longitud : 74°17'54.37"W

AÑO MESES	2023			2024				
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Temperatura máxima (°C)	27.7	27.5	24.8	23.6	23.2	23.2	24.8	25.6
Temperatura mínima (°C)	10.5	10.9	11.4	11.3	11.1	10.5	8.2	6.5
Temperatura media (°C)	19.1	19.2	18.1	17.5	17.2	16.9	16.5	16.1
Factor	4.96	4.8	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96
ETP (mm)	94.7	92.2	89.8	86.6	76.8	83.6	79.2	79.6
Precipitación (mm)	0.9	29.7	73	107.6	97.3	120.5	37.2	1.7
ETP Ajustada (mm)	49.3	47.9	46.7	45	40	43.5	41.2	41.4
Humedad del suelo (mm)	-18.4	-8.2	26.3	62.6	20.3	57	-4	-39.7

Fuente: OPEMAN-GORE-Ayacucho (2024)

Figura 2.1

Temperatura (máxima, mínima, media), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024



2.4 Análisis químico y físico del suelo

Para la determinación las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, se realizó un muestreo de suelos tipo Zig-Zag obteniendo una muestra representativa de 1 kg de 20 submuestras a una profundidad de 20 cm. Esta muestra se llevó al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Canaán.

Tabla 2.2

Resultados e interpretación del análisis de suelo de Paccha, Vinchos, Huamanga, Ayacucho

Descripción	Unidad	Valor	Interpretación
pH	Unid. pH	5.3	Acido
C.E	mS/m	4.4	Moderado
M.O	(%)	1.0	Bajo
Nitrógeno	(%)	0.05	Bajo
P-disponible	mg/kg	26.37	Alto
K-disponible	mg/kg	104.72	Medio
Clase textural	---	---	Franco arenoso
Arena	(%)	64	---
Limo	(%)	28	---
Arcilla	(%)	8	---
Acidez intercamb.	Cmol(+)/kg	0.20	---

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF-INIA-Canaán),2023.

Teniendo en cuenta la tabla 2.2, muestra los resultados del análisis del suelo determinando que el pH es 5.3, lo que indica que es un suelo acido. Siendo la textura ideal para el desarrollo del tubérculo de oca, debido a que prefiero suelos sueltos y profundos para tener un mejor rendimiento (ANPE-PERÚ, 2007).

De acuerdo con la interpretación se determina además que el contenido de materia orgánica es bajo, por ello también el nitrógeno es bajo. Además, el contenido de fosforo disponible en el suelo agrícola es alto y el potasio disponible resulta con una interpretación de medio. (Ibáñez & Aguirre, 1983).

2.5 Materiales

2.5.1 Material vegetal utilizado

Para realizar el trabajo de investigación se cultivó la oca “Amarilla”, adquiridos del centro poblado de Paccha, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga.

2.6 Tratamientos de estudio

Los tratamientos en estudio derivan de la combinación de los factores en estudio.

Tabla 2.3

Tratamientos estudiados en el campo experimental

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a1*d1	Testigo (Sin abonamiento) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T2	a2*d1	Abonamiento N – P - K (100 – 0 - 0) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T3	a3*d1	Abonamiento N – P - K (0 - 80 - 0) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T4	a4*d1	Abonamiento N – P - K (0 – 0 - 60) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T5	a5*d1	Abonamiento completo N-P- K (100 – 80 - 60) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T6	a1*d2	Testigo (Sin abonamiento) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T7	a2*d2	Abonamiento N – P - K (100 – 0 - 0) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T8	a3*d2	Abonamiento N – P - K (0 – 80 -0) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T9	a4*d2	Abonamiento N – P - K (0 – 0 - 60) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T10	a5*d2	Abonamiento completo N-P- K (100 – 80 – 60) * 31250 plantas. ha ⁻¹

2.7 Aporte del nitrógeno, fosforo y potasio

- El abonamiento mineral de nitrógeno se fracciona en 2 etapas, siendo en la siembra y el aporque de 217 kg N. ha⁻¹.
- El abonamiento en fosforo se aplicó en 1 etapa, siendo en la siembra de 173 kg P. ha⁻¹.
- El abonamiento mineral de potasio, se realizó en la siembra de 100 kg K. ha⁻¹.
-

2.8 Diseño experimental

El experimento de campo se realizó bajo el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR); con arreglo factorial de 5 niveles de abonamiento mineral NPK y 2 densidades de plantas; con 10 tratamientos, tres bloques (repeticiones) y modelo aditivo lineal (MAL).

2.9 Unidad experimental

La unidad experimental, teniendo como medida de 6 m de largo y 3.2 m de ancho, teniendo un área de 19.2 m².

2.10 Características del campo experimental

a) Bloques

- Número de bloques del experimento: 3
- Largo del bloque: 32 m
- Ancho del bloque: 6 m
- Área total de los bloques: 576 m²

b) Unidad experimental

- Número de parcelas/bloque: 10
- Número de surcos/parcela: 4
- Distancia entre golpes: 0.3 m y 0.4 m
- Distancia entre surcos: 0.8 m
- Número de tubérculos por golpe: 1
- Largo de la parcela: 6 m
- Ancho de la parcela: 3.2 m
- Área total de las parcelas: 19.2 m²

c) Área total del experimento.

- Área total de bloques: 576 m²
- Área total del ensayo: 576 m²

2.11 Croquis del campo experimental

Figura 2.2

Croquis del campo experimental

BLOQUE I	T10	T4	T7	T2	T5	T8	T3	T9	T1	T6
BLOQUE II	T4	T7	T10	T1	T3	T2	T6	T8	T9	T5
BLOQUE III	T7	T6	T4	T8	T10	T1	T5	T2	T3	T9

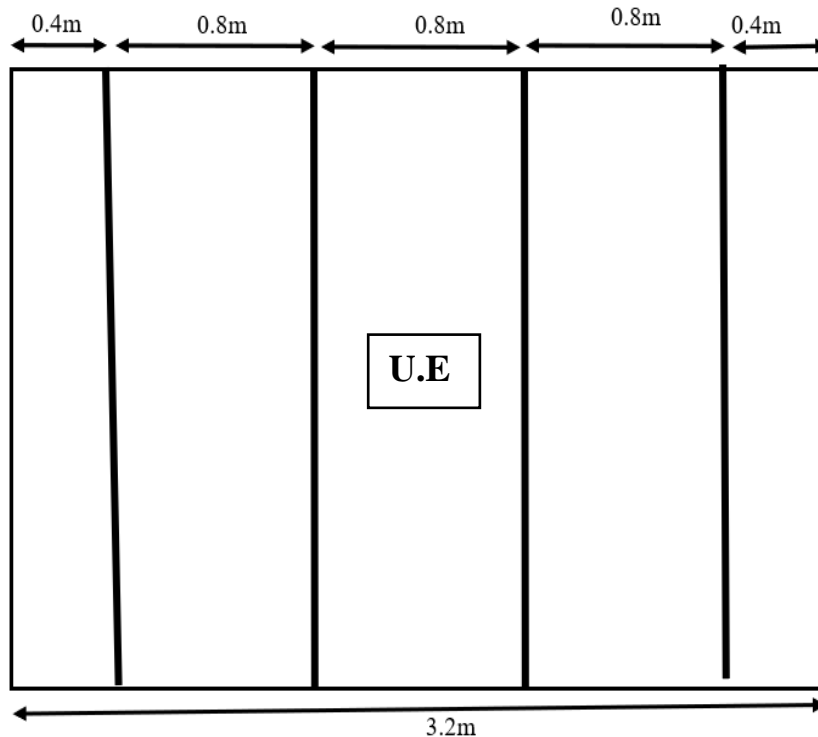
32m

6m

2.12 Croquis de la unidad experimental

Figura 2.3

Croquis de la parcela o unidad experimental



2.13 El modelo aditivo lineal

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \delta_j + \tau\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Una observación en la unidad experimental del i -ésimo nivel de abonamiento mineral, correspondiente al j -ésima densidad de plantas y al k -ésimo bloque.

μ = Promedio general

β_k = Efecto del k -ésimo (bloque)

τ_i = Efecto de i -ésimo (nivel de abonamiento)

δ_j = Efecto del j -ésima (densidad de plantas)

$\tau\delta(ij)$ = Efecto de la interacción del nivel de abonamiento y densidad de plantas.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

$i = 1, 2, 3, 4, 5$ (niveles de abonamiento)

$j = 1, 2$, (densidad de plantas)

$k = 1, 2, 3$ (bloques)

2.14 Instalación y conducción del experimento

2.14.1 Preparación del terreno

Esta labor se realizó el 22 de octubre del 2023, para esta labor, se utilizó el arado de la tracción mecánica (tractor agrícola) empleando el arado de discos, luego se procedió a la cruz con una pasada de rastra, para que el suelo se encuentre en óptimas condiciones para el desarrollo adecuado del tubérculo.

2.14.2 Marcado del campo experimental

Se realizó el 11 de noviembre del 2023, para la delimitación de los bloques, unidades experimentales, se utilizó cordeles, estacas de 0.60 m de largo y un diámetro de 0.07 m. se utilizó wincha de 20 m, para marcar los bloques y parcela experimental se efectuó con yeso y se colocó el cartel de los tratamientos y del trabajo de investigación.

2.14.3 Surcado

El surcado se realizó el 26 de noviembre del 2023. Esta labor fue para delimitar de manera correcta la unidad experimental. Se utilizó cordeles para delimitar las parcelas y el campo experimental, para ello los distanciamientos entre surcos fueron 0.80 m de acuerdo al croquis.

2.14.4 Siembra

La fecha de siembra fue el 26 de noviembre del 2023. La siembra se realizó en surcos distanciados a 0.80 m, los tubérculos de oca fueron uno por golpe con distanciamientos de 30 cm y 40 cm según la unidad experimental, al finalizar se procedió al tapado del tubérculo de oca, esta labor se realizó con ayuda del azadón.

2.14.5 Abonamiento mineral

La aplicación del abono mineral se efectuó previo a la siembra y por golpe, aplicando 100 kg. ha⁻¹ de nitrógeno, 80 kg. ha⁻¹ de fósforo y 60 kg. ha⁻¹ de potasio.

Se realizó el 26 de noviembre del 2023, como fuente de abonamiento mineral se usaron: urea (46%N), fosfato di amónico (46 % P₂O₅ y 18 % N), cloruro de potasio (60 % K₂O). El fertilizante de urea se aplicó la mitad de la mezcla en la siembra y la otra mitad en el aporque.

2.14.6 Riego

No se aplicó ningún tipo de sistema de riego al campo experimental, conduciéndolo exclusivamente bajo el agua provenientes de las lluvias (precipitación), siendo este una agricultura de secano.

2.14.7 Control de malezas

Esta labor se realizó a los bordes del tubérculo a los 60 días, posterior a la siembra y cuando la oca presento la altura adecuada de 10 cm aproximadamente; con la finalidad de evitar la competencia con las plantas arvenses (malezas) por agua, luz, nutrientes, evitando de este modo la reducción de su rendimiento. El deshierbo fue realizado de forma manual y de manera oportuna.

2.14.8 Aporque

El aporque fue efectuado de forma manual con azadón, la tierra agrícola de las linderas fue puestas en el cuello del tubérculo de oca, mejorando así la porosidad, estabilidad, anclaje, desarrollo radicular y la buena formación de tubérculos. El primer aporque se realizó a los 60 días, el 25 de enero del 2024 y el segundo aporque se realizó a los 90 días, el 24 de febrero del 2024.

2.14.9 Control fitosanitario

Durante la fase fenológica se realizaba el monitoreo y no se presentó ni plagas ni enfermedades, además en el centro poblado no se realiza la aplicación de insecticidas o fungicidas, porque siembran para el consumo familiar y solo se realizó control cultural para evitar la incidencia de enfermedades y plagas. Se realizó cada dos semanas, posterior a la siembra mejorando así la calidad del fruto y garantizando una seguridad alimentaria libre de agroquímicos.

2.14.10 Cosecha

Se produjo cuando la planta presento su plena maduración, observándose presencia de hojas amarillentas con tallos postrados senescentes, esto se realizó el 30 de mayo del 2024, de manera manual y gradual; además el cultivo de oca ya había su madures fisiológica. Con esto se evaluó los tratamientos del trabajo de investigación.

2.15 Variables y componentes

2.15.1 Variables independientes y sus componentes

Figura 2.4

Variables independientes y sus componentes

Variables independientes	Componentes
Niveles de abonamiento mineral con N-P-K	a1: Testigo (Sin abonamiento)
	a2: Abonamiento N – P - K (100 – 0 - 0)
	a3: Abonamiento N – P - K (0 – 80 - 0)
	a4: Abonamiento N – P - K (0 – 0 - 60)
	a5: Abonamiento completo N – P - K (100 – 80 - 60)
Densidad de plantas	d1: 41660 plantas. ha ⁻¹ (30 cm entre golpe con 80 cm entre golpe)
	d2: 31250 plantas. ha ⁻¹ (40 cm entre golpe con 40 cm entre golpe)

2.15.2 Variable dependiente y sus componentes

Figura 2.5

Variables dependientes

Variables dependientes	Componentes
Rendimiento	Altura de planta (cm)
	Número de tubérculos por planta (u)
	Diámetro de tubérculo (cm)
	Longitud de tubérculo (cm)
	Peso de tubérculo por planta (kg)
	Rendimiento de tubérculos (kg. ha ⁻¹)

2.16 Criterios para evaluar las variables e indicadores

2.16.1 Componentes de rendimiento

a) Altura de planta (cm)

Los datos tomados de altura de planta se realizaron al momento de la cosecha cuando la planta presento su madurez fisiológica “6 meses” desde la siembra hasta la cosecha, la medición se realizó con la ayuda de una wincha, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja, tomando como referencia 3 plantas al azar de tratamiento y de cada bloque, registrando los datos. Luego de haber obtenido los datos se calculará el promedio o media de la altura de planta.

b) Número de tubérculo por planta (tubérculo/planta)

Se registro el día de la cosecha en cada parcela o unidad experimental, tomándose como muestra 3 plantas de forma al azar, para luego realizar el conteo del número de tubérculos por planta según cada tratamiento de evaluación.

c) Diámetro ecuatorial del tubérculo

Se realizo al momento de la cosecha, para lo cual se tomaron 3 tubérculos por planta según el tratamiento y el bloque, posteriormente se llevó a laboratorio para medir el diámetro del tubérculo con ayuda del vernier, lo cual fue expresado en milímetros y posteriormente se transformó a centímetros.

d) Longitud del tubérculo

La medición se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), tomando 3 tubérculos por plantas, según cada tratamiento y repetición, posteriormente se realizó la medición con vernier que nos dio la medida en milímetros y posteriormente fue transformado en centímetros.

e) Peso promedio de tubérculo por planta (kg. ha⁻¹)

La evaluación de este componente se procedió a recolectar los tres tubérculos por planta de mejores características de cada muestra de planta. Con ayuda de una balanza digital de precisión, se realizó el pesado y posteriormente la toma de datos para sacar el peso promedio del tubérculo por planta.

f) Rendimiento de oca por hectárea (kg. ha⁻¹)

Al obtener el peso por planta que se obtuvo de un área determinada, según la densidad se realizó la proyección a una hectárea, con los datos de peso de tubérculo por planta.

2.16.2. Merito económico

Para obtener el mérito económico en la producción de oca se calculó, mediante formula el índice de rentabilidad económica de los 10 tratamientos estudiados, esto se obtiene con los datos de la utilidad bruta sobre el costo de producción.

$$(\%) \text{ Índice de Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Costo de producción}}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Componentes de rendimiento

3.1.1 *Altura de planta*

Tabla 3.1

Análisis de variancia de la altura de planta (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

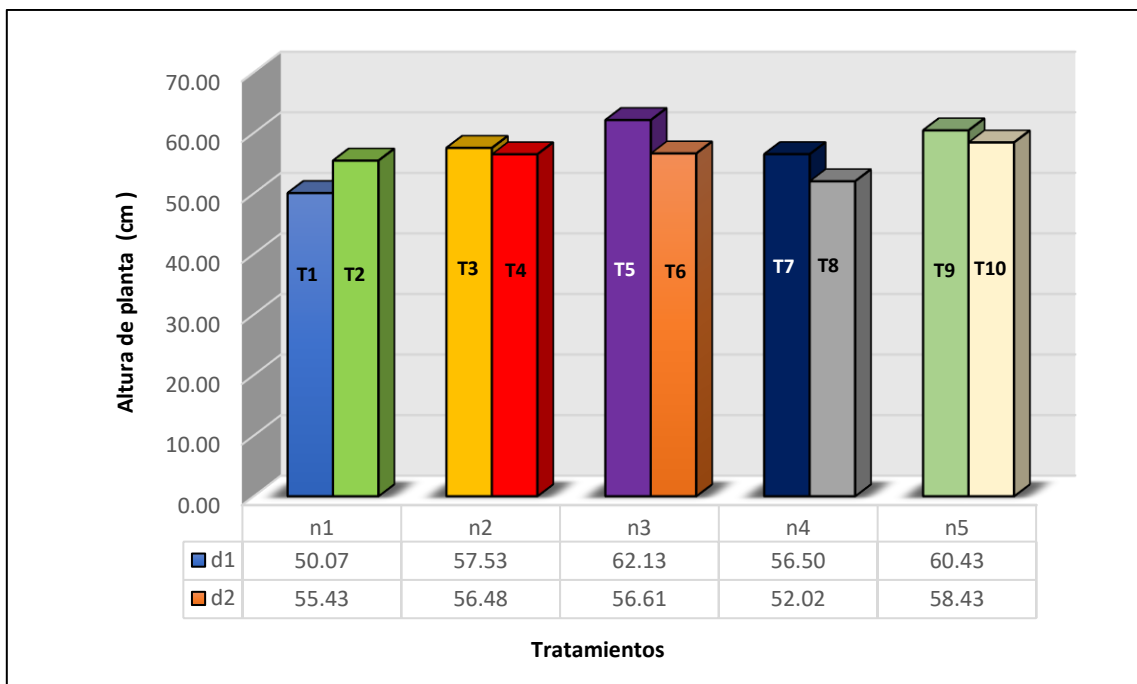
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	367.78	33.43	0.67	0.7458ns
Bloque	2	24.23	12.11	0.24	0.7861ns
Densidad de planta (D)	1	17.74	17.74	0.36	0.5575ns
Nivel de abonamiento (N)	4	216.93	54.23	1.09	0.3903ns
Interacción (D*N)	4	108.88	27.22	0.55	0.7028ns
Error	18	894.12	49.67		
Total	29	1261.90			

CV (%) =12.46%

Según el análisis de variancia de altura de planta (tabla 3.1), no se evidencia una diferencia significativa en las fuentes de variación, por lo tanto, los tratamientos experimentados no causaron influencia en la altura de planta de oca. Siendo el coeficiente de variación de 12.46 % lo que determina precisión en los datos expuestos. Las variables no fueron afectadas, porque no existió respuesta al uso de la densidad de plantas ni al nivel de abonamiento mineral.

Figura 3.1

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en la altura de planta, Paccha 3363 msnm



Por la figura (3.1) de la altura de planta se encuentra que el tratamiento T3 ($d1 * n3$) $d1$ ($41660 \text{ plantas. ha}^{-1}$) con el nivel de abonamiento $n3$ (0-80-0), resulto con la mayor altura de planta hasta la etapa de cosecha; no obstante, no hay diferencia significativa estadística, pero si existe una diferencia numérica en los tratamientos investigados.

(INIA, 2004), menciona en su trabajo de investigación que el cultivo de *ibia* mejorado (*Oxalis tuberosa Mol*) variedad INIA 407 “K'eny Rojo”, tuvo una altura aproximada de 60 cm, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.30 m entre golpes (tubérculos) y con un nivel de abonamiento de 80-60-40 kg. ha^{-1} de N-P-K.

(Fager, 2021), describe en su investigación que la oca presento una curva de crecimiento, en altura de planta llegando medir hasta los 38 cm aproximadamente a los 240 días (diciembre a marzo), esto es debido a la temporada climática de verano, donde las lluvias o precipitaciones son escasas y porque la temperatura ascendió, afectando así su crecimiento adecuado del cultivo.

3.1.2 Número de tubérculos por planta

Tabla 3.2

Análisis de variancia de numero de tubérculos por planta (u), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	959.30	87.21	6.35	0.0003**
Bloque	2	54.60	27.30	1.99	0.1662ns
Densidad de planta (D)	1	0.03	0.03	2.4E-03	0.9613ns
Nivel de abonamiento (N)	4	892.20	223.05	16.23	0.0001**
Interacción (D*N)	4	12.47	3.12	0.23	0.9198ns
Error	18	247.40	13.74		
Total	29	1206.70			

CV (%) = 12.40

El análisis de variancia del número de tubérculos por planta (tabla 3.2) la fuente de variación de la densidad de plantas no presenta diferencia significativa y el nivel de abonamiento presenta diferencia altamente significativa y el coeficiente de variación es 12.40% indicando precisión en los resultados.

Tabla 3.3

Prueba de Tukey del número de tubérculos por planta (u) con efecto de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

Nivel de abonamiento mineral con N-P-K	Número de tubérculos por planta (unidades)	Prueba de Tukey
n5 (100-80-60) N-P-K	36.83	a
n4 (0-0-60) N-P-K	36.00	a
n2 (100-0-0) N-P-K	27.50	b
n3 (0-80-0) N-P-K	25.33	b
n1 (testigo)	23.83	b

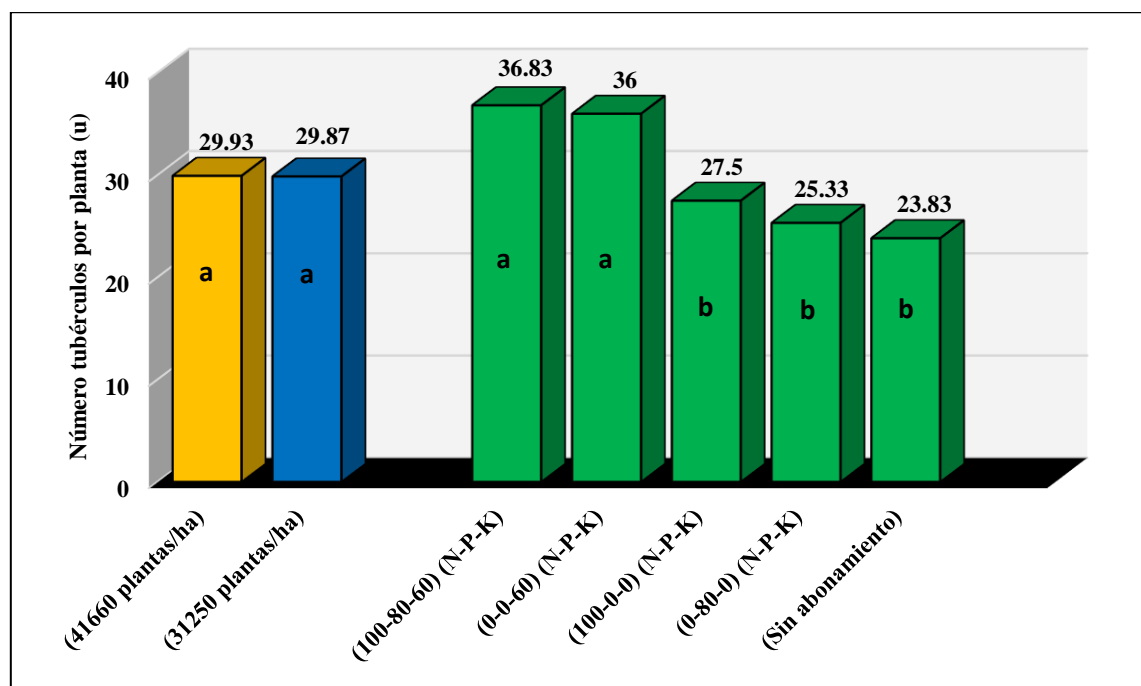
Por la prueba de Tukey del número de tubérculos por planta con niveles de abonamiento mineral de NPK (tabla 3.3) se observa que el mejor nivel de abonamiento mineral es de n5 (100-80-60), presentando un mayor número de tubérculos por planta, que es 36.83cm.

Este resultado se atribuye al contenido de nutrientes del abonamiento mineral, que causaron la mayor tuberización de tubérculos por planta de oca. El nivel de abonamiento mineral completo n5 (100-80-60) y n3 (0-80-0) causaron mejores efectos en las características físicas y químicas del suelo agrícola, fomentando un desarrollo adecuado de la tuberización del tubérculo de oca.

Este resultado se confirma por las características que aporta el macronutriente del fosforo que aporta al cultivo de oca transferencia de energía que se asocia a un mayor crecimiento radicular, todo esto afecta en el rendimiento del cultivo para una mejor tuberización.

Figura 3.2

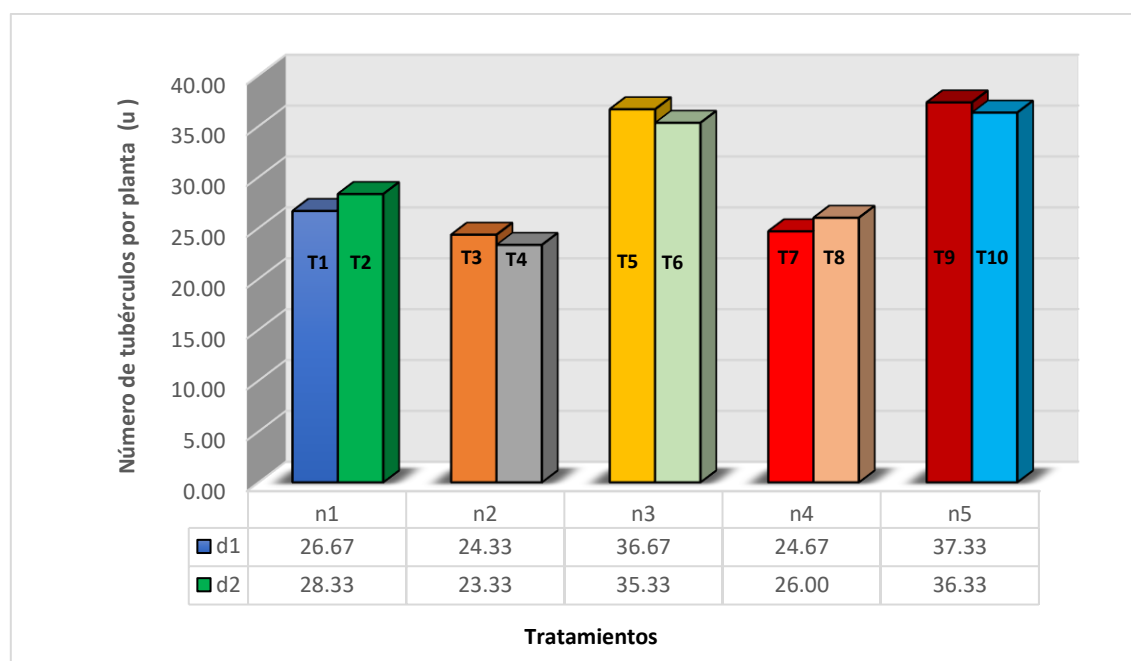
Prueba de Tukey del número de tubérculos por planta (u) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey del número de tubérculos por planta, muestra que las dos densidades de planta no muestran diferencia estadística y que los niveles de abonamiento si presentan diferencia estadística presentando mayor número de tubérculos por planta n5 y n4 son superiores estadísticamente a n2, n3 y n1, estos últimos presentan menor número de tubérculos por planta.

Figura 3.3

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el número de tubérculos por planta, Paccha 3363 msnm



En la figura 3.3, se muestra que el mayor número de tubérculos por planta se presenta en el tratamiento 5 y es de 37.33 tubérculos por planta (d1*n5), d1 (41660 plantas. ha⁻¹) con el nivel de abonamiento n5 (100-80-60) y el menor número de tubérculos por planta es el tratamiento 7 (d2*n2), d2 (31250 plantas. ha⁻¹), con el nivel de abonamiento n2 (100-0-0) con 23.33 tubérculos por planta.

3.1.3 Diámetro ecuatorial del tubérculo

Tabla 3.4

Análisis de variancia del diámetro del tubérculo (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	2.04	0.19	9.61	<0.0001**
Bloque	2	0.18	0.09	4.70	0.0229*
Densidad de planta (D)	1	0.10	0.10	4.93	0.0395*
Nivel de abonamiento (N)	4	1.66	0.41	21.44	<0.0001**
Interacción (D*N)	4	0.11	0.03	1.40	0.2738ns
Error	18	0.35	0.02		
Total	29	2.39			

CV (%) = 5.90

Según el análisis de variancia (ANVA) para el diámetro ecuatorial del tubérculo (tabla 3.4), se muestra una diferencia altamente significativa en la fuente de variación de nivel de abonamiento mineral y en la fuente de variación de densidad de plantas se presenta una diferencia significativa. El coeficiente de variación es 5.90% determinando que los datos procesados muestran confiabilidad y buena precisión de los resultados mostrados.

Tabla 3.5

Prueba de Tukey del diámetro del tubérculo (cm) con el efecto del nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

Nivel de abonamiento mineral con N-P-K	Diámetro del tubérculo (unidades)	Prueba de Tukey	
n5 (100-80-60) N-P-K	2.74	a	
n4 (0-0-60) N-P-K	2.49	b	
n2 (100-0-0) N-P-K	2.29	b	c
n3 (0-80-0) N-P-K	2.19	c	
n1 (testigo)	2.08	c	

La prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo con el manejo del nivel de abonamiento mineral (tabla 3.5), se nos presenta que el nivel de abonamiento n5 (100-80-60) es superior a los demás niveles con 2.74 cm, en cuanto a su diámetro. Se observa además que los otros niveles de abonamiento mineral (n4, n3, n2 y n1) presentan estadísticamente similar diámetro ecuatorial similar. Siendo el n1 (testigo) con menor diámetro ecuatorial con 2.08 cm.

Es decir que el nivel de abonamiento mineral tuvo efecto en el diámetro ecuatorial del tubérculo de oca, esto se atribuye a que hubo una mejor nutrición mineral proveniente de un abonamiento mineral n5 (100-80-60) respecto al n1 (testigo).

Tabla 3.6

Prueba de Tukey del diámetro del tubérculo (cm) con el efecto de densidad de plantas, Paccha 3363 msnm

Densidad de plantas (plantas. ha ⁻¹)	Diámetro del tubérculo (unidades)	Prueba de Tukey	
d1 (41660 plantas. ha ⁻¹) 30 cm	2.41	a	
d2 (312500 plantas. ha ⁻¹) 40cm	2.30	b	

Según la prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo con el manejo de densidad de plantas (tabla 3.6), informa que la densidad d1 (41660 plantas. ha⁻¹) es mejor que la densidad d2 (312500 plantas. ha⁻¹).

Figura 3.4

Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

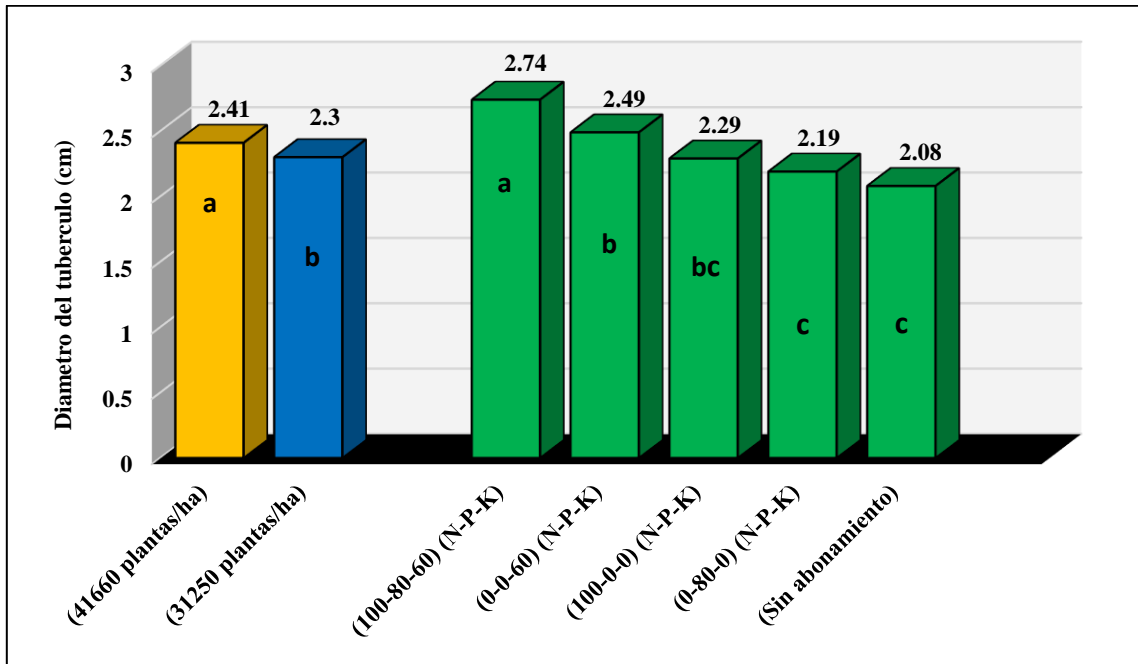


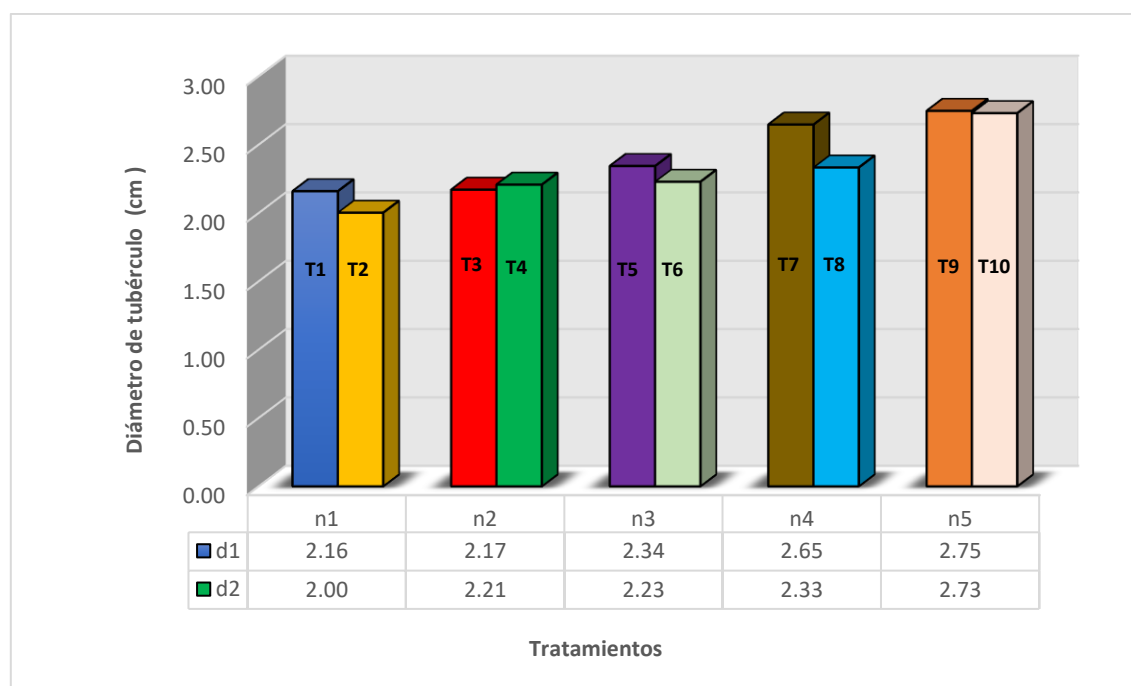
Figura 3.4 de la prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo con el manejo de la densidad de plantas, se observó que existe diferencia significativa en su comparación de medias entre d1 (41660 plantas. ha⁻¹) y d2 (312500 plantas. ha⁻¹). En lo que refiere los distintos niveles de abonamiento, existe diferencia estadística dándonos el mayor diámetro ecuatorial del tubérculo en n5 (100-80-60).

Melchiorre (1985), describe en su artículo científico menciona que el tubérculo de oca tiene un diámetro ecuatorial que varía entre los 2.50 cm y 3.75 cm. Estas ocas presentan distintos colores como blanco, amarillo, púrpura, rojo y suelen tener formas diversas ya sean cilíndricas o elípticas.

Esto afirma lo que aporta el macronutriente de potasio que mejora significativamente la calidad del tubérculo dando una mayor calidad al tubérculo, siendo esencial además en la fotosíntesis, activación enzimática y la respiración.

Figura 3.5

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el diámetro ecuatorial del tubérculo, Paccha 3363 msnm



La figura 3.5, se observa que el menor diámetro ecuatorial del tubérculo se dio en el T6 (d2*n1) d2 (31250 plantas. ha⁻¹) con el nivel de abonamiento n1 (testigo) es de 2cm y el mayor diámetro de tubérculo es 2.75 cm con T5 (d1*n5) d1 (41660 plantas. ha⁻¹) con n5 (100-80-60) NPK.

3.1.4 Longitud del tubérculo

Tabla 3.7

Análisis de variancia de la longitud del tubérculo (cm), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	7.90	0.72	6.71	0.0002**
Bloque	2	1.08	0.54	5.04	0.0183*
Densidad de planta (D)	1	3.4E-03	3.4E-03	0.03	0.8611ns
Nivel de abonamiento (N)	4	6.65	1.66	15.54	<0.0001**
Interacción (D*N)	4	0.17	0.04	0.39	0.8152ns
Error	1	1.93	0.11		
Total	29	9.83			

CV (%) = 3.99

El análisis de variancia de la longitud del tubérculo con nivel de abonamiento y densidad de plantas (tabla 3.7) reporta la existencia de diferencia altamente significativa en el efecto de bloque y en el nivel de abonamiento. Sin embargo, no se presentó diferencia significativa en el efecto de interacción de densidad de plantas con nivel de abonamiento, ni en densidad de plantas. El coeficiente de variancia es 3.99% lo que indica la confianza en el experimento de campo.

Tabla 3.8

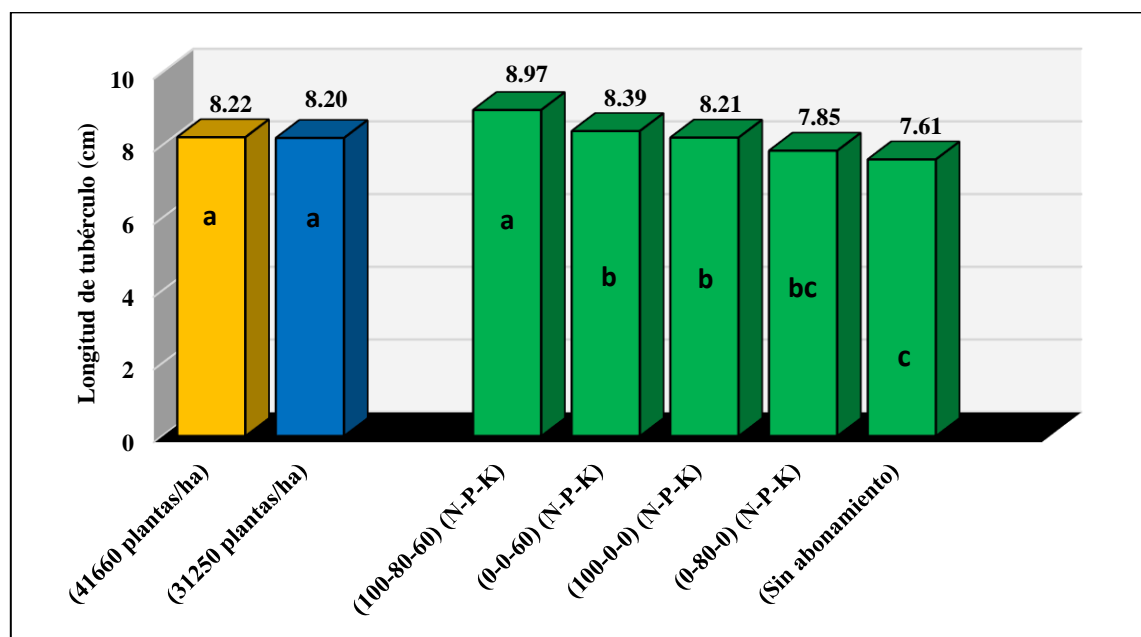
Prueba de Tukey de la longitud de tubérculo (kg) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

Nivel de abonamiento mineral con N-P-K	Longitud de tubérculo (cm)	Prueba de Tukey
n5 (100-80-60) N-P-K	8.97	a
n4 (0-0-60) N-P-K	8.39	b
n2 (100-0-0) N-P-K	8.21	b
n3 (0-80-0) N-P-K	7.85	b c
n1 (testigo)	7.61	c

En la tabla 3.8, la prueba de Tukey de la longitud de tubérculo en la que se obtuvo que el abonamiento n5 (100-80-60), tuvo un mayor tamaño en su longitud de 8.97cm.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de la longitud del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

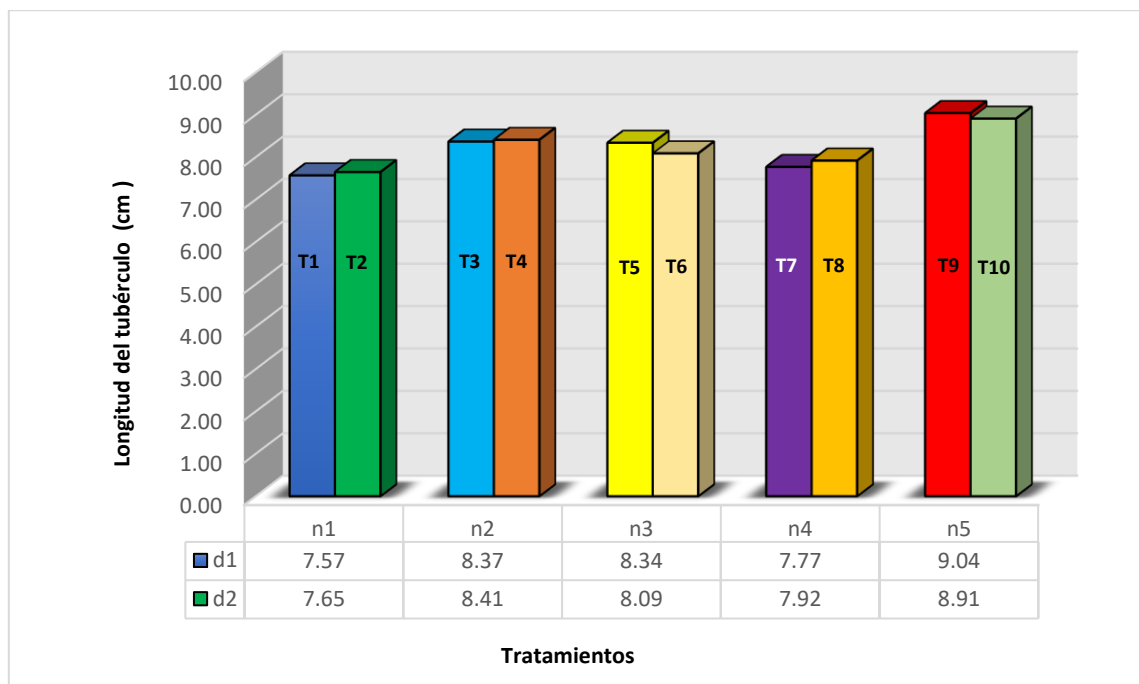


La figura 3.6 de la prueba de Tukey se muestra a d1 (41660 plantas. ha⁻¹) y d2 (312500 plantas. ha⁻¹), no presenta diferencia significativa. Al ver los diferentes niveles de abonamiento mineral, podemos detectar u observar que se presentó una diferencia altamente significativa en los niveles de abonamiento mineral, siendo superior estadísticamente el n5 (100-80-60) N-P.K.

León (1987), menciona que los tubérculos de oca tienen una longitud aproximada de 5 a 15 cm de formas distintas como cilíndricas a ovoides, que presentan colores llamativos como amarillos, negros, rosados, morados, blancos a menudo con distintas áreas como uniformes o punteados.

Figura 3.7

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en la longitud del tubérculo, Paccha 3363 msnm



La figura 3.7, se encontró una diferencia numérica siendo la mejor longitud del tubérculo el T5 (d1*n5) con 9.04cm y la menor longitud es 7.57cm en el T1 (d1*n1).

3.1.5 *Peso de tubérculo por planta*

Tabla 3.9

Análisis de variancia de peso de tubérculo por planta (kg), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	0.25	0.02	3.18	0.0144*
Bloque	2	0.05	0.02	3.41	0.0554ns
Densidad de planta (D)	1	4.60E-03	4.60E-03	0.64	0.4348ns
Nivel de abonamiento (N)	4	0.19	0.05	6.74	0.0017**
Interacción (D*N)	4	4.10E-03	1.00E-03	0.14	0.9644ns
Error	18	0.13	0.01		
Total	29	0.38			

CV (%) = 13.04

La tabla 3.9 del análisis de variancia del peso de tubérculo por planta, nos indica que existe una diferencia altamente significativa en la fuente de variación del nivel de abonamiento mineral. Pero no existe diferencia significativa en la fuente de variación de la interacción de densidad de plantas con nivel de abonamiento, esto permite el análisis de efectos principales. El coeficiente de variancia es 13.04% lo que resulta buena precisión del experimento proporcionando buenos datos del experimento.

Tabla 3.10

Prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta (kg) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

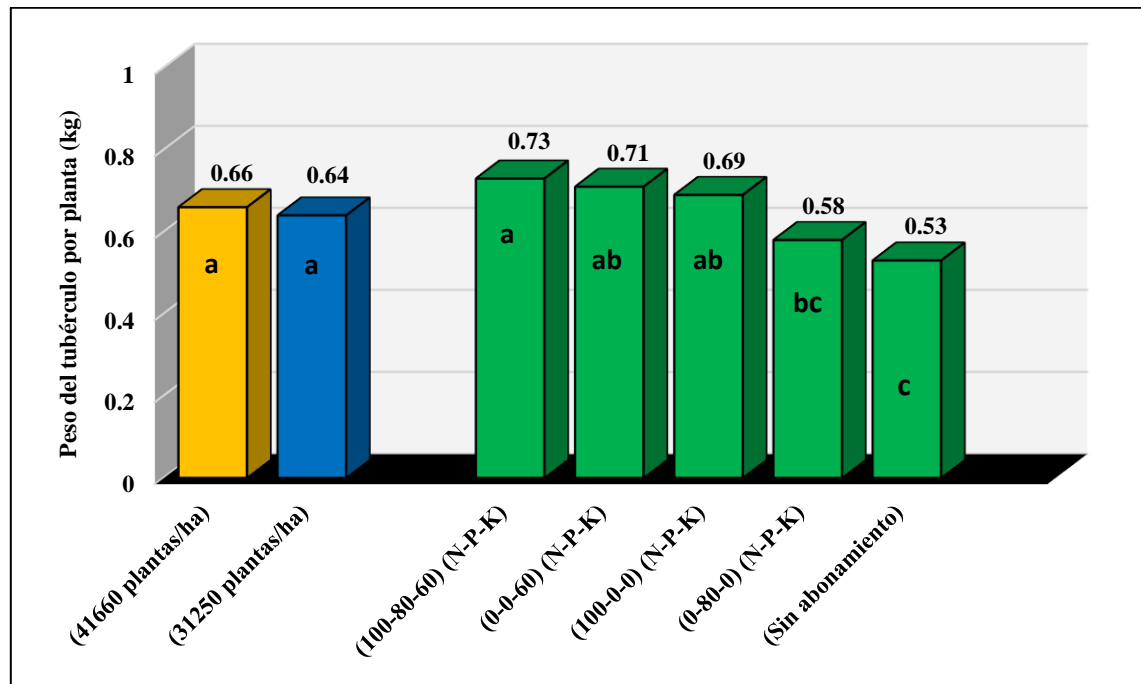
Nivel de abonamiento mineral con N-P-K	Peso de tubérculo por planta (kg)	Prueba deTukey	
n5 (100-80-60) N-P-K	0.73	a	
n4 (0-0-60) N-P-K	0.71	a	b
n2 (100-0-0) N-P-K	0.69	a	b
n3 (0-80-0) N-P-K	0.58		b c
n1 (testigo)	0.53		c

La prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta del nivel de abonamiento mineral (tabla 3.10), se nos determina qué el nivel de abonamiento n5 (100-80-60) es

mejor a los demás niveles de abonamiento con 0.73 kg/planta. Se observa además que los otros niveles presentan diferencia estadística (n4, n2, n3 y n1). Además, el n1 (testigo) es del menor peso por planta; este es 0.53 kg/planta.

Figura 3.8

Prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta (kg) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

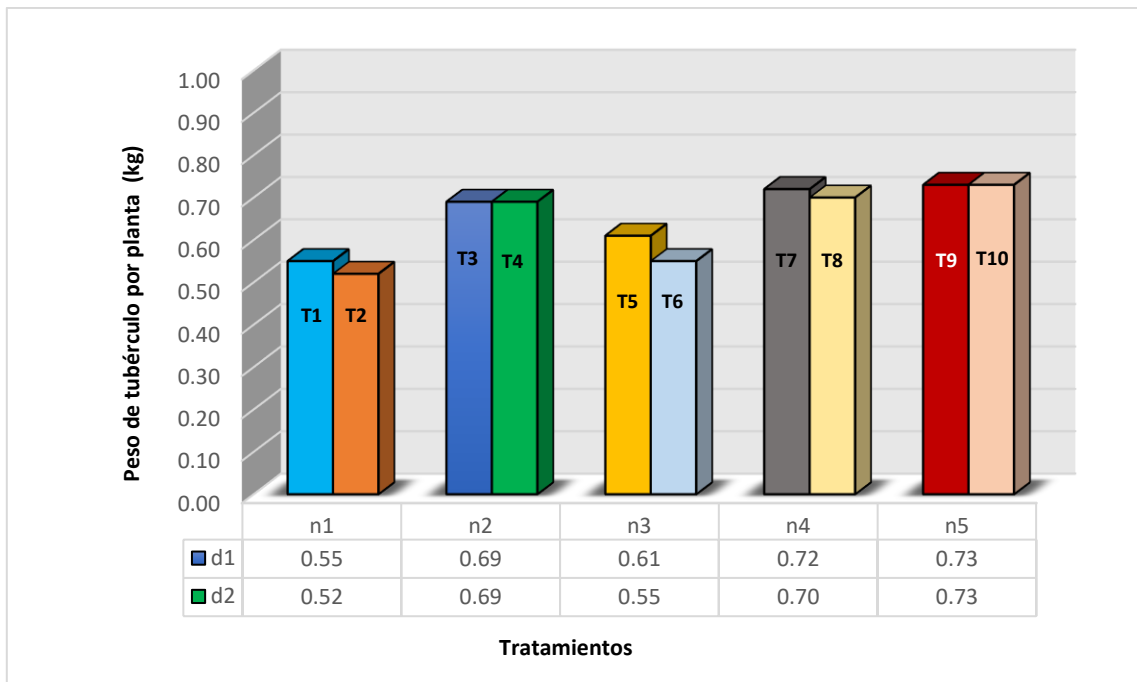


La figura 3.8 “prueba de Tukey” del peso del tubérculo por planta, nos permite analizar el efecto directo de la densidad de plantas observando que no existe diferencia significativa en las densidades, pero si existe una diferencia significativa en la comparación de medias de los distintos niveles de abonamiento.

INIA (2004), en su investigación menciona que el peso de tubérculo fue de 0.6 a 0.9kg, al aplicar un abonamiento mineral de N-P-K (80-60-40). Con esta investigación se comprueba que nuestros resultados se encuentran dentro del rango de peso de 0.53 a 0.73kg.

Figura 3.9

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el peso del tubérculo por planta



La figura 3.9, determina el máximo peso del tubérculo por planta, que se alcanzó en el tratamiento T5 y T10 con pesos promedios similares de 0.73 kg/planta y el menor peso fue en el tratamiento T6 con 0.52 kg/planta.

Calle (2022), informa en su tesis de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), que obtuvo un peso promedio del tubérculo de oca de 0.66 kg, este resultado está relacionado con las características cuantitativas de sus resultados obtenidos en la cosecha del tubérculo de oca.

Del resultado se deduce que la interacción del nivel de abonamiento con la densidad de plantas que se presenta tiene una influencia positiva en el peso del tubérculo por planta. El peso del tubérculo es un parámetro esencial que nos permite obtener el rendimiento total y la eficiencia del cultivo.

3.1.6 Rendimiento de oca

Tabla 3.11

Análisis de variancia del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹), en las diferentes densidades de plantas y niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	11	755027052.34	68638822.94	6.94	0.0002**
Bloque	2	66902239.99	33451119.99	3.38	0.0566ns
Densidad de planta (D)	1	434894630.07	434894630.07	43.99	<0.0001**
Nivel de abonamiento (N)	4	250444100.82	62611025.20	6.33	0.0023**
Interacción (D*N)	4	2786081.47	696520.37	0.07	0.9902ns
Error	18	177964215.56	9886900.86		
Total	29	932991267.90			

CV (%) = 13.26

La (tabla 3.11) muestra el análisis de variancia del rendimiento de oca, donde se pudo hallar que existe una diferencia altamente significativa de densidad de planta y en el nivel de abonamiento mineral que permite el análisis de efectos principales; permitiendo una forma de análisis independiente de densidad de plantas y de niveles de abonamiento mineral. El coeficiente de variación es de 13.26% lo que señala precisión de los datos adquiridos del experimento en campo.

Tabla 3.12

Prueba de Tukey del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹) con efecto de densidad de plantas, Paccha 3363 msnm

Densidad de plantas (plantas. ha ⁻¹)	Rendimiento de oca (kg. ha ⁻¹)	Prueba de Tukey
d1 (41660 plantas. ha ⁻¹) 30 cm	27526.48	a
d2 (312500 plantas. ha ⁻¹) 40cm	19911.63	b

La prueba de Tukey del rendimiento total de oca con el manejo de densidad de plantas (tabla 3.12), informa la investigación que la densidad d1 (41660 plantas. ha⁻¹) obtuvo un rendimiento de 27526.48 kg. ha⁻¹ siendo superior en el rendimiento a la densidad d2 (312500 plantas. ha⁻¹).

Tabla 3.13

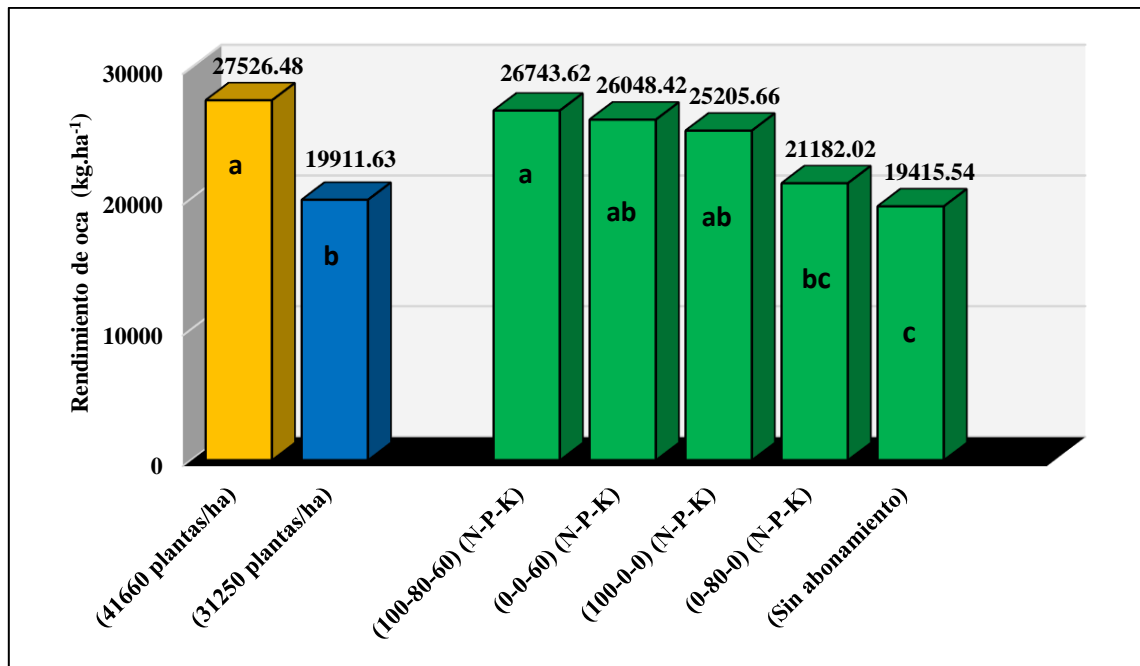
Prueba de Tukey del rendimiento de oca (kg. ha⁻¹) con efecto de nivel de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

Nivel de abonamiento mineral con N-P-K	Rendimiento de oca (kg. ha ⁻¹)	Prueba de Tukey
n5 (100-80-60) N-P-K	26743.62	a
n4 (0-0-60) N-P-K	26048.42	a b
n2 (100-0-0) N-P-K	25205.66	a b
n3 (0-80-0) N-P-K	21182.02	b c
n1 (testigo)	19415.54	c

La prueba de Tukey del rendimiento de oca con el nivel de abonamiento (tabla 3.13), se comprobó que nivel de abonamiento mineral n5 (100-80-60) NPK, es superior a los otros niveles de abonamiento mineral con un rendimiento total de oca de 26743.62 kg. ha⁻¹. Se aprecia además que el menor rendimiento fue n1 (testigo), dando el menor rendimiento de 19415.54 kg. ha⁻¹.

Figura 3.10

Prueba de Tukey del rendimiento total de oca (kg. ha⁻¹) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm

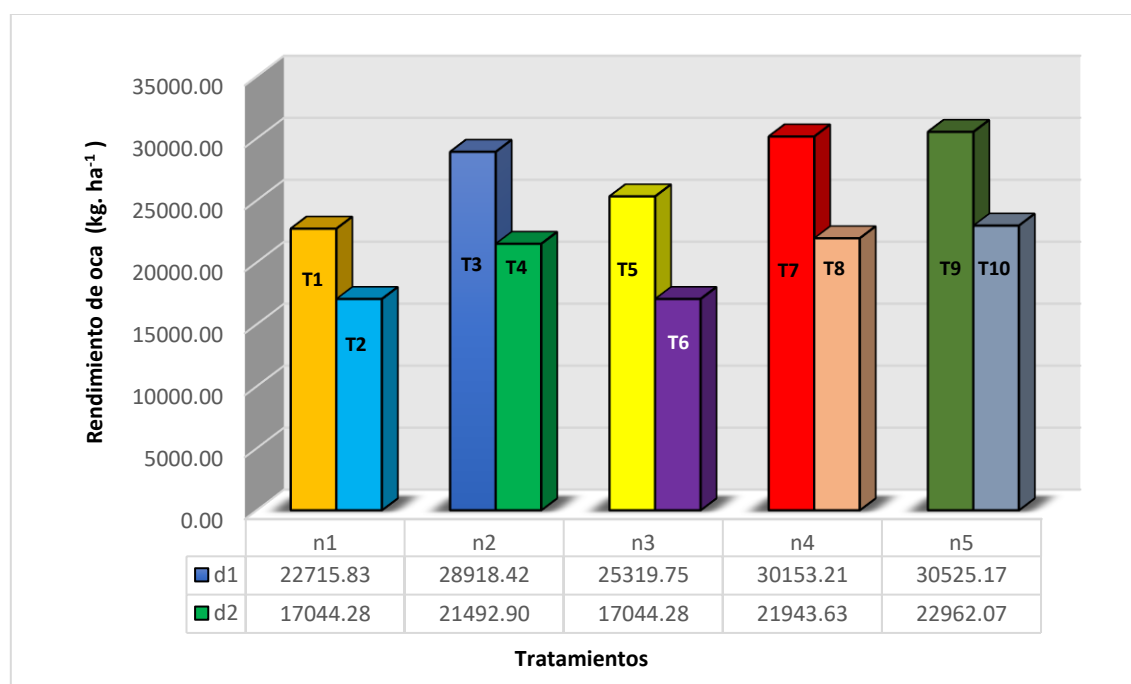


En la figura 3.10 de la prueba de Tukey, se muestra que existe una diferencia altamente significativa en el rendimiento de oca con la densidad de plantas y con los niveles de abonamiento mineral.

MIDAGRI (2024), reporta que la oca tuvo un rendimiento promedio de 16.518 t. ha⁻¹ en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Vinchos. Valores que son similares al testigo, con un rendimiento de 17.044 t. ha⁻¹, esto indica que el abonamiento con la densidad de plantas si influyen en el rendimiento.

Figura 3.11

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en el rendimiento total de oca, Paccha 3363 msnm



La figura 3.11 muestra que el mayor rendimiento total de oca fue el T9 (d1*n5) con 30525.17 kg. ha⁻¹ y el menor fue el T6 (d2*n4) y T2 (d2*n1) con 17044.28.

3.2 Merito económico de los tratamientos

El análisis del mérito económico de los distintos tratamientos de las densidades de planta y niveles de abonamiento mineral de NPK, se muestra los rubros del mérito económico que se realizó en base a los costos totales de producción de oca, rendimiento total de cada tratamiento, el valor de venta y el ingreso del precio de venta; obtenido la utilidad bruta y el índice de rentabilidad.

El índice de rentabilidad nos indicara si la investigación de campo causa una efectividad al emplear el abonamiento mineral con la densidad de plantas.

Tabla 3.14

Costos de producción, rendimiento de oca, precio de venta, valor de venta, utilidad bruta e índice de rentabilidad en los distintos tratamientos del cultivo de oca, Paccha 3363 msnm

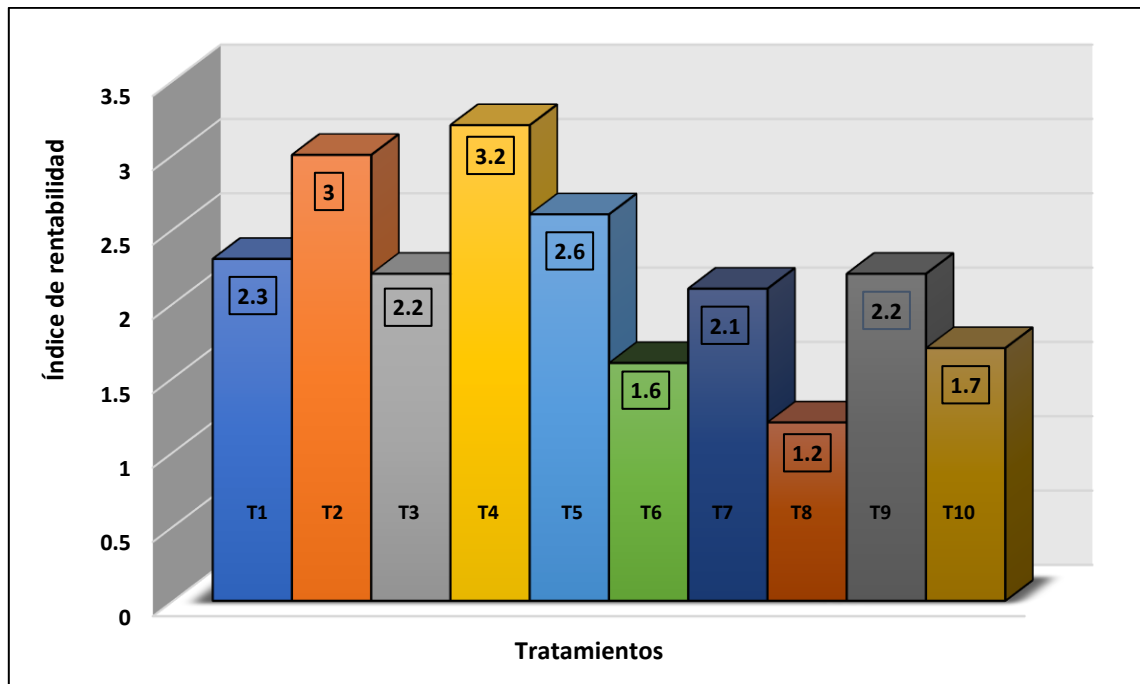
Tratamientos (densidad de plantas*nivel de abonamiento)	Costo de producción (S/.)	Rendimiento de oca (kg. ha⁻¹)	Precio de venta (S/.)	Valor de venta (kg)	Utilidad bruta (S/.)	Índice de rentabilidad (%)
T1(d1*n1)	6,840.00	22,715.83	0.87	19762.7721	12,922.77	1.9
T2(d1*n2)	7,170.00	28,918.42	0.87	25159.0254	17,989.03	2.5
T3(d1*n3)	7,940.00	25,319.74	0.87	22028.1738	14,088.17	1.8
T4(d1*n4)	7,210.00	30,153.21	0.87	26233.2927	19,023.29	2.6
T5 (d1*n5)	8,580.00	30,525.17	0.87	26556.8979	17,976.90	2.1
T6(d2*n1)	6,540.00	17,044.28	0.87	14828.5236	8,288.52	1.3
T7(d2*n2)	6,870.00	21,492.90	0.87	18698.823	11,828.82	1.7
T8(d2*n3)	7,640.00	17,044.28	0.87	14828.5236	7,188.52	0.9
T9(d2*n4)	6,910.00	21,943,63	0.87	19090.9581	12,180.96	1.8
T10(d2*n5)	8,580.00	22,962,07	0.87	19977.0009	11,397.00	1.3

En la la (tabla 3.14), se determina que el tratamiento cuatro “T4” (d1*n4) es decir con una densidad de plantas d1 (41660 plantas. ha⁻¹) con nivel de abonamiento mineral N-P-K de n4 (0-0-60), que genera la mayor utilidad bruta de S/.22,943.21 por hectárea e índice de rentabilidad de 3.2, debido a que se produjo un rendimiento alto de oca y el costo de producción es menor por el uso de abonamiento mineral de tan solo potasio con la interacción de la mayor densidad de plantas.

MIDAGRI (2024), menciona en su pagina que en la región de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Vinchos; el precio del tubérculo de oca en chacra en soles es de 0.87 nuevos soles, razón por la cual este cultivo se siembra solo para una agricultura familiar, para el alimento diario en el campo.

Figura 3.12

Índice de rentabilidad, Paccha 3363 msnm



El tratamiento con menor utilidad bruta por hectárea es T8 (d2* n3) de una densidad de plantas d2 (31250 plantas. ha⁻¹) con nivel de abonamiento mineral n3 (0-80-0), tiene una utilidad bruta de S/.9,404.28 con un índice de rentabilidad de 1.2; esto se debe a que el suelo reporta un bajo contenido de fosforo por ello se tiene mayor costo de producción, además el rendimiento afecto.

CONCLUSIONES

En base a las situaciones en los que se realizó el experimento de investigación de campo y con los resultados adquiridos se llega a concluir con lo siguiente:

1. La aplicación de niveles de abonamiento mineral de N-P-K, genero una influencia en los componentes de rendimiento (longitud, diámetro, número de tubérculos y peso); existiendo una relación para un resultado positivo en la variable de rendimiento de 26743.62 kg. ha⁻¹. El experimento presento una diferencia altamente significativa al aplicar un abonamiento mineral de 100-80-60 kg. ha⁻¹ de N-P-K, a comparación del testigo (sin abonamiento).
2. Al aplicar una densidad de planta de 41660 plantas. ha⁻¹, mostro un efecto altamente significativo en la variable de rendimiento con un resultado 27526.48 kg. ha⁻¹; además su componente, el diámetro ecuatorial de tubérculo presenta una diferencia significativa.
3. El mayor mérito económico en la producción de oca es con una densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ con nivel de abonamiento mineral de potasio de 60 kg. ha⁻¹ que genera la mayor utilidad bruta de S/. 19,023.29 por hectárea con un índice de rentabilidad de 2.6. Además, el menor merito económico fue con la densidad de plantas de 31250 plantas. ha⁻¹ con nivel de abonamiento mineral de fosforo de 80 kg. ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas del experimento de investigación, se plantea lo siguiente:

1. Se recomienda la aplicación de un nivel de abonamiento mineral de 100-80-60 kg. ha⁻¹ de N-P-K, para obtener el mayor de rendimiento de oca, porque al suministrar los tres macronutrientes al cultivo, se mejora su crecimiento y desarrollo de la oca.
2. Manejar una densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹, esta densidad resulta dar un mayor rendimiento, aprovechando con eficiencia los recursos naturales y ocupando mayor número de plantas dentro de un menor espacio de área agrícola.
3. Se recomienda realizar investigaciones en otras variedades o cultivares con aplicación de otros niveles y con abonos orgánicos, con la finalidad de generar un mejor merito económico o índice de rentabilidad; para tener un mejor rendimiento, menor costo de producción, agricultura orgánica y garantizar una seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROPERÚ. (2022). Mientras la sequia hace agua a la economía (OPERÚ | N° 27 | 2022 Lima - Perú 1 ISSN N° 2955-8190 (E (ed.); Edición N°, Vol. 8190, pp. 1–110).
- ANPE-PERÚ. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos (R. Cadmo (ed.)).
- Apaza, B. D. (2018). Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamusa [Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/503>
- Arcila, J. (2007). Densidad de siembra y productividad en los cafetales. Colombia: Sistema de producción.
- Artica, M. (2022). Fenología y fisiología de oca , mashua y olluco (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.studocu.com/enus/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/ing-agronoma/informe-sobre-fenologia-y-fisiologia-de-oca-mashua-y-olluco/30051287/download/informe-sobre-fenologia-y-fis>
- Cajamarca, R. (2010). Evaluación Nutricional de la Oca (*Oxalis tuberosa* sara-oca) Fresca, Endulzada y Deshidrata en Secador de Bandejas. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Bioquímica y Farmacia.
- Calle, E. (2022). *Caracterización morfológica de accesiones de oca (oxalis tuberosa Mol.) en la estación experimental de Choquenaira*. La Paz- Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés-Facultad de Agronomía.
- Cam, J. (2017). *Cultivo de oca (Oxalis tuberosa)*. Obtenido de https://prezi.com/a_o4y1feppgw/cultivo-de-la-oca/
- Cardenas, M. (1989). Manual de Plantas Económicas de Bolivia. La Paz, Bolivia: 2° edición: Los Amigos del libro 333.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2018). *Colección de germoplasma conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Cusco: <https://cipotato.org/publications/oxalis-tuberosa-mol-coleccion-en-el-centro-internacionalde-la-papa-cip/>.
- Fager, M. (2021). Aportes al comportamiento de la Ibia (*Oxalis tuberosa*) en condiciones de agricultura urbana en el norte de Bogotá D . C. Universidad de La Salle.
- FAO. (2010). Producción orgánica de cultivos andinos (M. B. Suquilanda Valdivieso (ed.); Manual Tec, Vol. 126).
- Gualacata, N. (2015). Evaluación de la producción de cuatro líneas promisorias de oca (*Oxalis tuberosa*) en aprovechamiento de diferentes niveles de abonamiento

- orgánica en el sector la esperanza, provincia Imbabura. Carchi-Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Guerrero, J. (2004). Ensayo de extracción periódica de nutrientes con las tuberosas andinas mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. et P.) y oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en un suelo del valle del Mantaro (Huayao 3,350 msnm). Obtenido de Biblioteca Agrícola Nacional: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6397>
- Hidalgo, J. (2021). Cultivo de oca (*Oxalis tuberosa*). Ancash-Recuay, Perú: Dirección Regional de Educación de Ancash-UGEL-Recuay.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). Nueva variedad de oca INIA 407 K'ENY ROJO. Puno-Perú: Estación Experimental Agraria Illpa - puno. Obtenido de MINADRIINIA: https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/oca/INIA_407.pdf.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2023) Guía de manejo agronomico de oca para conservación ex situ. Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- INPOFOS. (1997). Papel del fosforo y el potasio en el establecimiento de los cultivos. Quito-Ecuador: Informaciones Agronomicas .
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San Jose-Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura .
- Orosco, R. A. (2019). Caracterización funcional del almidón de dos genotipos de oca. (*Oxalis tuberosa* Molina) cultivadas con dos aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Universidad Técnica de Ambato.
- Ortega, A. M., Góngora, W., Lennes, P., & Torres, H. (1994). El “gorgojo de la oca” *Microtrypes* sp. (Coleoptera: Curculionidae) en Cusco. *Rev. per. Ent.*, 37, 133–138.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Obtenido de [eyJrIjoiYjYwYTk5MDgtM2M0MS00NDMyLTgzNDEtMjNhNjEzYWQyOTNIliwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9](https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6397)
- Melchiorre, P. (1985). *Identificación de tuberculos andinos (Oxalis tuberosa, Ullucus tuberosus y Tropaeolummtuberosum) mediante caracteres anatomicos y exomorfologicos*. Buenos Aires-Argentina: Universidad de Buenos Aires-Facultad de Agronomía.
- Núñez, E. (2015). Análisis de la variabilidad genética de las ocas cultivadas (*Oxalis*

- tuberosa Mol.) de la Región Cajamarca. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Perú Ecologico. (2018). *Cultivo de oca (Oxalis tuberosa Mol.)*. Obtenido de http://www.peruecologico.com.pe/flo_oca_1.htm
- Publishing, H. (2010). Manual de cultivo de horatlizas. Barcelona-España: Edición española producida por Ciurana-Disseny.Barcelona.
- Rodríguez, M., & Flórez, V. (2015). Elementos esenciales y beneficios. Colombia-Bogota: Universidad Nacional de Colombia, sede Bogota-Facultad de Agronomía.
- Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia (SENAMHI). (2011). Manual de observaciones fenológicas (Ministerio).
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guia de campo de los cultivos andinos*. (Cadmó Rosell & O. de las N. U. para la A. y la Alimentación., Eds.), *Origen de las plantas cultivadas en los andes* (Primera ed). Lima - Peru. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Tovar, N. I. (2019). Análisis del sector productivo en el cultivo de oca (*Oxalis tuberosa Mol*) y el manejo comercial para el incremento de oferta en el mercado local bajo las condiciones de marketing – mix en el Distrito de Comas-Concepción. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Urrunaga, (2002) Estudio etnobotánico de los parientes silvestres de la papa, oca, maschua y pasifloras del Cuzco. Proyecto de Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres. Universidad del Cuzco.
- Valdivia, G., Devaux, A., Gonzales, S., Herbas , J., & Hijmans, R. (1999). Desarrollo y Producción de Oca (*Oxalis tuberosa*) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) Bajo Dos Niveles de. Estación Experimental Toralapa: Revista Latinoamericana de la Papa.
- Vera, N., Espino Manzano, S. O., & Hernandez Hernandez, H. M. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Alternative and Replacement Foods* (Vol. 17, Issue 2009). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9.00006-X>
- Yenque, J., Santos De La Cruz, E., Salas Bacalla, J., Feliciano Muñoz, O., & Lavado Soto, A. (2014). Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*oxalis tuberosa*), para el procesamiento de harinas en la Quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash. *Industrial Data*, 10(1), 2. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i1.5925>

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de análisis de suelo de Paccha - Vinchos a 3363 msnm – 2023



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 10280-23/SU/ LABSAF - CANAAN

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Angel Vía y Rada Lozano
 Propietario / Productor : Victoria Lozano Melgar
 Dirección del cliente : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
 Solicitado por : Angel Vía y Rada Lozano
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico transparente
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : Vinchos - Huamanga - Ayacucho
 Fecha(s) de muestreo : 03-09-2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-10-10
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Canaan
 Fecha(s) de análisis : 2023-10-17 al 2023-10-30
 Cotización del servicio : 099-23-CA
 Fecha de emisión : 2023-10-30

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU1441-CA-23					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	03/09/2023(*)					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	15:45 (*)					
Condición de la muestra	Bolsa plástico					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	--					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	5.3			
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	4.4			
Materia Orgánica (**)	%	0.2	1.0			
Nitrógeno (**)	%	--	0.05			
Fósforo disponible (**)	mg/kg	--	26.37			
Potasio disponible (**)	mg/kg	--	104.72			
Carbonato de calcio (**)	%	--	--			
Acidez Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	--	0.20			
Aluminio Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	--	--			
Textura (**)						
Arena	%	--	64			
Limo	%	--	28			
Arcilla	%	--	8			
Clase Textural	---	--	Franco arenoso			

Anexo 2. Costo de producción de una hectárea de Oca con abonamiento mineral

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
1. Preparación del terreno				450
Demarcación del terreno	Jornal	9	50	450
2. Fertilización				1740
Urea	50kg	2	165	330
Cloruro de potasio	50kg	2	185	370
Fosfato diamónico	50kg	4	160	640
Aplicación	Jornal	4	50	400
3. Riego				800
Instalación	Global	2	400	800
4. Labores culturales				1950
Siembra	Jornal	9	50	450
Control fitosanitario	Jornal	3	50	150
Aporque	Jornal	6	50	300
Regar	Jornal	6	50	300
Deshierbo	Jornal	6	50	300
Cosecha	Jornal	9	50	450
5. Manejo agronómico y semilla				900
Semilla - tubérculo	kg	270	2	540
Fungicida	Lt	2	100	200
Insecticida	Lt	2	80	160
6. Transporte				200
Vehículo público	Unidad	1	200	200
7. Herramientas				810
Pico	Unidad	9	20	180
Pala cuadrada	Unidad	9	40	360
Azadón	Unidad	9	30	270
6. Otros				1,730
Costales, rafia, yeso, estacas, etc.	Kits	1	50	50
Análisis del suelo	Ficha	1	70	70
Flexómetro	Unidad	1	10	10
Asistencia técnica	Unidad	1	300	300
Alquiler de terreno	Unidad	1	800	800
Imprevistos				500
COSTO TOTAL S/.				8,580

Anexo 3. *Datos promedio de campo de la variable de rendimiento con el indicador de altura de planta*

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Altura de planta (cm)
b1	d1	n1	50.17
b1	d1	n2	62.87
b1	d1	n3	63.97
b1	d1	n4	46.77
b1	d1	n5	56.47
b1	d2	n1	48.13
b1	d2	n2	59.6
b1	d2	n3	56.67
b1	d2	n4	57.33
b1	d2	n5	58.07
b2	d1	n1	55.97
b2	d1	n2	54.2
b2	d1	n3	61.73
b2	d1	n4	59.00
b2	d1	n5	66.83
b2	d2	n1	55.7
b2	d2	n2	51.53
b2	d2	n3	67.43
b2	d2	n4	54.67
b2	d2	n5	51.27
b3	d1	n1	44.07
b3	d1	n2	55.53
b3	d1	n3	60.70
b3	d1	n4	63.73
b3	d1	n5	58.00
b3	d2	n1	62.47
b3	d2	n2	58.3
b3	d2	n3	45.73
b3	d2	n4	44.07
b3	d2	n5	65.97

Anexo 4. *Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de numero de tubérculos por planta*

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Numero de tubérculos por planta (u)
b1	d1	n1	26
b1	d1	n2	25
b1	d1	n3	37
b1	d1	n4	27
b1	d1	n5	42
b1	d2	n1	29
b1	d2	n2	21
b1	d2	n3	36
b1	d2	n4	32
b1	d2	n5	40
b2	d1	n1	27
b2	d1	n2	24
b2	d1	n3	34
b2	d1	n4	28
b2	d1	n5	37
b2	d2	n1	29
b2	d2	n2	29
b2	d2	n3	38
b2	d2	n4	18
b2	d2	n5	36
b3	d1	n1	27
b3	d1	n2	24
b3	d1	n3	39
b3	d1	n4	19
b3	d1	n5	33
b3	d2	n1	27
b3	d2	n2	20
b3	d2	n3	32
b3	d2	n4	28
b3	d2	n5	33

Anexo 5. *Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de diámetro ecuatorial del tubérculo*

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Diámetro de tubérculo (cm)
b1	d1	n1	2.02
b1	d1	n2	2.35
b1	d1	n3	2.46
b1	d1	n4	2.66
b1	d1	n5	2.88
b1	d2	n1	1.93
b1	d2	n2	2.44
b1	d2	n3	2.49
b1	d2	n4	2.45
b1	d2	n5	2.98
b2	d1	n1	2.15
b2	d1	n2	2.04
b2	d1	n3	2.42
b2	d1	n4	2.72
b2	d1	n5	2.58
b2	d2	n1	2.02
b2	d2	n2	2.09
b2	d2	n3	2.10
b2	d2	n4	2.21
b2	d2	n5	2.54
b3	d1	n1	2.30
b3	d1	n2	2.12
b3	d1	n3	2.16
b3	d1	n4	2.56
b3	d1	n5	2.79
b3	d2	n1	2.06
b3	d2	n2	2.09
b3	d2	n3	2.09
b3	d2	n4	2.35
b3	d2	n5	2.68

Anexo 6. *Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador de longitud de tubérculo*

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Longitud de tubérculo (cm)
b1	d1	n1	7.40
b1	d1	n2	8.23
b1	d1	n3	8.23
b1	d1	n4	7.47
b1	d1	n5	9.23
b1	d2	n1	7.22
b1	d2	n2	7.71
b1	d2	n3	8.48
b1	d2	n4	7.70
b1	d2	n5	8.50
b2	d1	n1	7.59
b2	d1	n2	8.00
b2	d1	n3	8.16
b2	d1	n4	7.74
b2	d1	n5	9.00
b2	d2	n1	8.01
b2	d2	n2	8.39
b2	d2	n3	7.78
b2	d2	n4	7.92
b2	d2	n5	8.81
b3	d1	n1	7.71
b3	d1	n2	8.89
b3	d1	n3	8.62
b3	d1	n4	8.10
b3	d1	n5	8.89
b3	d2	n1	7.72
b3	d2	n2	9.15
b3	d2	n3	8.01
b3	d2	n4	8.16
b3	d2	n5	9.41

Anexo 7. Datos promedios de campo de la variable rendimiento con el indicador del peso del tubérculo por planta

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Peso de tubérculo por planta (kg)
b1	d1	n1	0.47
b1	d1	n2	0.68
b1	d1	n3	0.62
b1	d1	n4	0.76
b1	d1	n5	0.89
b1	d2	n1	0.47
b1	d2	n2	0.73
b1	d2	n3	0.68
b1	d2	n4	0.72
b1	d2	n5	0.86
b2	d1	n1	0.56
b2	d1	n2	0.68
b2	d1	n3	0.46
b2	d1	n4	0.71
b2	d1	n5	0.61
b2	d2	n1	0.52
b2	d2	n2	0.67
b2	d2	n3	0.40
b2	d2	n4	0.72
b2	d2	n5	0.60
b3	d1	n1	0.60
b3	d1	n2	0.72
b3	d1	n3	0.75
b3	d1	n4	0.70
b3	d1	n5	0.70
b3	d2	n1	0.56
b3	d2	n2	0.66
b3	d2	n3	0.55
b3	d2	n4	0.66
b3	d2	n5	0.74

Anexo 8. *Datos promedios de campo del rendimiento de oca*

Bloque	Densidad de plantas	Nivel de abonamiento	Rendimiento (kg. ha⁻¹)
b1	d1	n1	19632.42
b1	d1	n2	28515.79
b1	d1	n3	25796.71
b1	d1	n4	31729.21
b1	d1	n5	37011.75
b1	d2	n1	14734.06
b1	d2	n2	22869.78
b1	d2	n3	21206.31
b1	d2	n4	22652.41
b1	d2	n5	26918.31
b2	d1	n1	23525.33
b2	d1	n2	28149.58
b2	d1	n3	19030.63
b2	d1	n4	29442.13
b2	d1	n5	25275.46
b2	d2	n1	16236.78
b2	d2	n2	20895.91
b2	d2	n3	12587.63
b2	d2	n4	22504.72
b2	d2	n5	18816.59
b3	d1	n1	24989.75
b3	d1	n2	30089.88
b3	d1	n3	31131.92
b3	d1	n4	29288.29
b3	d1	n5	29288.29
b3	d2	n1	17374.91
b3	d2	n2	20713.00
b3	d2	n3	17338.91
b3	d2	n4	20673.75
b3	d2	n5	23151.31

Anexo 9. Panel fotográfico



Foto 1. Preparación del terreno



Foto 2. Marcado y surcado del terreno



Foto 3. Siembra y abonamiento mineral



Foto 4. Control de malezas y aporque



Foto 5. Evaluación y monitoreo del campo experimental



Foto 6. Evaluación de altura de planta



Foto 7. Evaluación del número de tubérculos por planta



Foto 8. Evaluación de peso de tubérculo por planta



Foto 9. Evaluación de longitud y diámetro de tubérculo



Foto 10. Manejo postcosecha

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. ANGEL RICARDO VIA Y RADA LOZANO**R.D. N° 281-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los dieciocho días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, siendo las diez con treinta horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, Mtro. Rodolfo Alca Mendoza como asesor y Ing. Eduardo Robles García; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa*)**. Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho - 2023, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **ANGEL RICARDO VIA Y RADA LOZANO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	14	14	14
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título debe ser: **Niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol)**. Paccha 3363 msnm - Vinchos, Ayacucho - 2023

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Presidente


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Asesor


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Paccha 3363 msnm – Vinchos, Ayacucho - 2023

Autor : Angel Ricardo Via y Rada Lozano
Asesor : Rodolfo Alca Mendoza

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **trece (13 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2517192353

Ayacucho, 12 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis

Niveles de abonamiento
mineral NPK y densidad de
plantas en el rendimiento de
oca (*Oxalis tuberosa* Mol).
Paccha 3363 msnm – Vinchos,
Ayacucho - 2023

por Angel Ricardo Via y Rada Lozano

Fecha de entrega: 12-nov-2024 11:23a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2517192353

Nombre del archivo: BORRADOR_DE_TESIS-TURNITIN-ANGEL-RVL_1_-1.docx (3.87M)

Total de palabras: 14524

Total de caracteres: 73259

Niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en el rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Paccha 3363 msnm – Vinchos, Ayacucho - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	pure.rug.nl Fuente de Internet	<1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%

9

repositorio.unibe.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

11

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**NIVELES DE ABONAMIENTO MINERAL NPK Y DENSIDAD DE PLANTAS
EN EL RENDIMIENTO DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol). PACCHA
3363 MSNM – VINCHOS, AYACUCHO – 2023**

Ángel Ricardo Vía y Rada Lozano; Rodolfo Alca Mendoza

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

angel.viayrada.01@unsch.edu.pe

rodolfo.alca@unsch.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación de campo, tuvo como objetivo evaluar los niveles de abonamiento mineral NPK y densidad de plantas en rendimiento de oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Paccha 3363 msnm – Vinchos, Ayacucho- 2023. Se aplicó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial (5 niveles de abonamiento mineral N-P-K y 2 densidades de plantas) y se evaluó 10 tratamientos con 3 repeticiones. Para evaluar el trabajo se consideró las siguientes variables (altura de planta, número de tubérculos por planta, longitud de tubérculo, diámetro ecuatorial del tubérculo, peso del tubérculo por planta y rendimiento de tubérculo) y como resultado se logró un rendimiento de 26743.62 kg. ha⁻¹ con un nivel de abonamiento mineral de N-P-K de 100-80-60 kg. ha⁻¹ y con una densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ se obtuvo un rendimiento máximo de 27526.48 kg. ha⁻¹. Para la variable de altura de planta, no se encontró diferencia significativa siendo la altura máxima de 60.43cm; además los mayores resultados obtenidos en número de tubérculos por plantas son de T5 (37.33 u), diámetro ecuatorial de tubérculo en el T5 (2.75 cm), longitud de tubérculo T5 (9.04 cm), peso de tubérculo por planta del T5 y T10 (0.73 kg). El mejor mérito económico es con la densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ (0.30 m entre golpe y 0.80 m entre surco) con un abonamiento de potasio de 60 kg. ha⁻¹, se obtuvo un mayor índice de rentabilidad de 2.6 con una utilidad bruta de S/. 19,023.29.

Palabras clave: Rendimiento, densidad de plantas, nivel de abonamiento mineral, mérito económico y *Oxalis tuberosa*.

**NPK MINERAL FERTILIZATION LEVELS AND PLANT DENSITY ON OCA
(*Oxalis tuberosa* Mol). YIELD. PACCHA 3363 MSNM – VINCHOS,
AYACUCHO – 2023**

ABSTRACT

The present field research aimed to evaluate the levels of NPK mineral fertilizer and plant density in oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Yield. Paccha at 3363 masl - Vinchos, Ayacucho - 2023. The Randomized Complete Block Design (DBCR) was applied, with a factorial arrangement (5 levels of N-P-K mineral fertilizer and 2 plant densities) and 10 treatments were evaluated with 3 repetitions. To evaluate the work, the following variables were considered (plant height, number of tubers per plant, tuber length, equatorial diameter of the tuber, tuber weight per plant and tuber yield) and as a result, a yield of 26,743.62 kg. ha-1 was achieved with a N-P-K mineral fertilizer level of 100-80-60 kg. ha-1 and with a plant density of 41,660 plants. ha-1 a maximum yield of 27526.48 kg. ha-1 was obtained. For the variable of plant height, no significant difference was found, the maximum height being 60.43 cm; In addition, the highest results obtained in number of tubers per plant are from T5 (37.33 u), equatorial diameter of tuber in T5 (2.75 cm), tuber length T5 (9.04 cm), tuber weight per plant of T5 and T10 (0.73 kg). The best economic merit is with the plant density of 41660 plants. ha-1 (0.30 m between blow and 0.80 m between furrow) with a potassium fertilization of 60 kg. ha-1, a higher profitability index of 2.6 was obtained with a gross profit of S/. 19,023.29.

Keywords: Yield, plant density, mineral fertilization level, economic merit and *Oxalis tuberosa*.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de un abonamiento mineral de NPK y de la densidad de plantas, causa un efecto en el rendimiento total de oca.

Urrunaga (2002), menciona que en el Perú se encuentra uno de los mejores germoplasmas y colecciones en Cuzco 400 accesiones aproximadamente, así como en Puno y Huancayo. Apaza (2018), menciona en su investigación en el Perú, la oca es el segundo tubérculo con mayor siembra y cosecha en área de cultivo de gran importancia en Los Andes, contribuyendo la seguridad alimentaria; después de la papa. La oca se halla en Los Andes de Perú y Bolivia, que están cultivadas ente los 2500 y 4100 metros sobre el nivel del mar. Esta zona presenta un clima frio, con precipitación mayor a 600 mm.

(Tapia & Fries, 2007) informa que generalmente la época de siembra de la oca varía según la altitud, en su mayoría se cultiva en una agricultura de secano por lo que se le debe sembrar cuando exista una acumulación de precipitación, es decir más de “120 mm”, entre los meses de septiembre y noviembre.

Según Tovar (2019), describe en su informe que los tubérculos andinos han sido seleccionados por los agricultores, con el fin de subsistir bajo las severas condiciones climáticas de Los Andes, seleccionando y manteniendo una alta diversidad de germoplasma con las excelentes cualidades

INIA (2004), informa que la oca (INIA 407 K'eny Rojo), tuvo un rendimiento de 24.5t/ha con densidad de plantas (41660 plantas/ha) aplicando 80-60-40 Kg. ha⁻¹ de N-P-K.

Urrunaga (2002), menciona que en el Perú se encuentra germoplasmas y colecciones, en Cuzco 400 accesiones, así como en Puno y Huancayo.

Por otra parte, el (CIP) Centro Internacional de la Papa (2018), declaró en el Congreso de la Papa, esto se realizó en la ciudad de Cusco, donde se reunieron varios países del mundo para discutir los avances tecnológicos y científicos. Mencionando que los valores de extracción de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio por tonelada de oca son: 5 kg.t⁻¹ de N, 2.8 kg.t⁻¹ de P y 9.2 kg.t⁻¹ de K.

Según Orosco et al. (2019), expresa en su investigación de campo que el abonamiento mineral en suelos pobres de macronutrientes “N-P-K”, el adecuado manejo de fertilización es de 80-160-60 kg. ha⁻¹ de N-P-K; este abonamiento mineral favoreció en el incremento del rendimiento y precocidad.

2. METODOLOGÍA

Lugar del experimento

La investigación de campo se realizó en el Centro Poblado de Paccha a una altitud de 3363 msnm encontrándose entre las coordenadas geográficas 13°11'25.2" Latitud Sur y 74°24'33.1" Longitud Oeste; en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

Análisis químico y físico del suelo

Para la determinación las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, se realizó un muestreo de suelos tipo Zig-Zag obteniendo una muestra representativa de 1 kg de 20 submuestras a una profundidad de 20 cm. Esta muestra se llevó al Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Canaán.

Los resultados del análisis del suelo determinando que el pH es 5.3, lo que indica que es un suelo ácido. Siendo la textura ideal para el desarrollo del tubérculo de oca, debido a

que prefieren suelos sueltos y profundos para tener un mejor rendimiento (ANPE-PERÚ, 2007).

De acuerdo con la interpretación se determina además que el contenido de materia orgánica es bajo, por ello también el nitrógeno es bajo. Además, el contenido de fósforo disponible en el suelo agrícola es alto y el potasio disponible resulta con una interpretación de medio. (Ibáñez & Aguirre, 1983).

Tratamientos de estudio

Tabla 2.1

Tratamientos estudiados en el campo experimental

Trat.	Código	Descripción
T1	a1*d1	Testigo (Sin abonamiento) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T2	a2*d1	Abonamiento N – P - K (100 – 0 - 0) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T3	a3*d1	Abonamiento N – P - K (0 - 80 - 0) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T4	a4*d1	Abonamiento N – P - K (0 – 0 - 60) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T5	a5*d1	Abonamiento completo N-P- K (100 – 80 - 60) * 41660 plantas. ha ⁻¹
T6	a1*d2	Testigo (Sin abonamiento) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T7	a2*d2	Abonamiento N – P - K (100 – 0 - 0) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T8	a3*d2	Abonamiento N – P - K (0 – 80 - 0) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T9	a4*d2	Abonamiento N – P - K (0 – 0 - 60) * 31250 plantas. ha ⁻¹
T10	a5*d2	Abonamiento completo N-P- K (100 – 80 – 60) * 31250 plantas. ha ⁻¹

Aporte del nitrógeno, fósforo y potasio

El abonamiento mineral de nitrógeno se fraccionó en 2 etapas, siendo en la siembra y el aporque de 217 kg N. ha⁻¹.

El abonamiento en fósforo se aplicó en 1 etapa, siendo en la siembra de 173 kg P. ha⁻¹.

El abonamiento mineral de potasio, se realizó en la siembra de 100 kg K. ha⁻¹

Diseño experimental

El experimento de campo se realizó bajo el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR); con arreglo factorial de 5 niveles de abonamiento mineral NPK y 2 densidades de plantas; con 10 tratamientos, tres bloques (repeticiones) y Modelo Aditivo Lineal: $X_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \delta_j + \tau\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$; donde, X_{ijk} = Observación en la unidad experimental, μ = Promedio general, β_k = Efecto de interacción, τ_i = Efecto de nivel de abonamiento δ_j = Efecto de densidad de plantas, $\tau\delta(ij)$ = Efecto de interacción, ϵ_{ijk} = Error experimental.

Instalación y conducción del experimento

Este manejo tuvo una duración de 6 meses, consistió en preparación de terreno, marcado del campo, surcado, siembra, abonamiento mineral, riego, control de malezas, aporque, control fitosanitario y cosecha.

El trabajo experimental de campo comenzó el 22 de octubre del 2023 con la preparación

del terreno, posteriormente se realizó el surcado, siembra con ayuda de un azadón, para la nutrición de la planta de oca se usó fertilizantes mas comerciales como urea (46%N), fosfato di amónico (46 % P₂O₅ y 18 % N), cloruro de potasio (60 % K₂O). No se aplico riego, tan solo fue por regímenes de lluvia y el control de malezas se realizaba en el momento oportuno junto con el aporque; el control fitosanitario fue dado con el monitoreo cada dos semanas y como ultimo se realizó la cosecha de forma gradual.

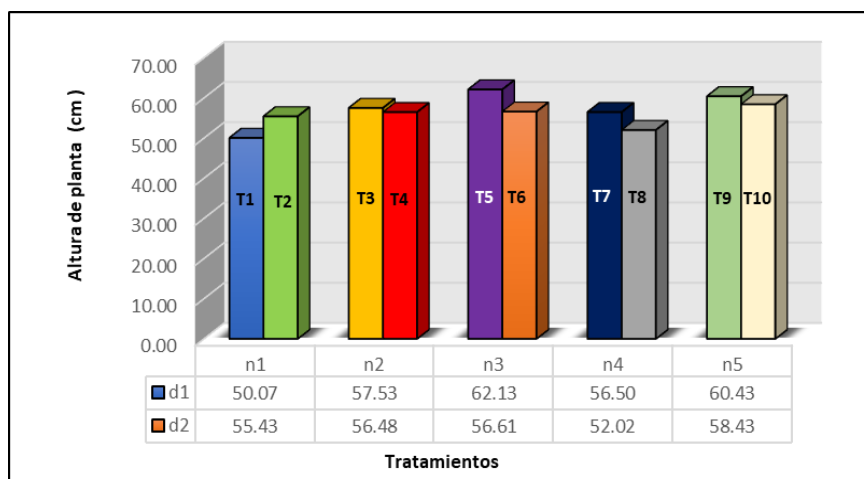
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Componentes de rendimiento

3.1.1 Altura de planta

Figura 3.1

Influencia de la densidad de plantas con niveles de abonamiento mineral en la altura de planta, Paccha 3363 msnm



Por la figura (3.1) de la altura de planta se encuentra que el tratamiento T3 (d1*n3) d1 (41660 plantas. ha⁻¹) con el nivel de abonamiento n3 (0-80-0), resulto con la mayor altura de planta hasta la etapa de cosecha; no obstante, no hay diferencia significativa estadística, pero si existe una diferencia numérica en los tratamientos investigados.

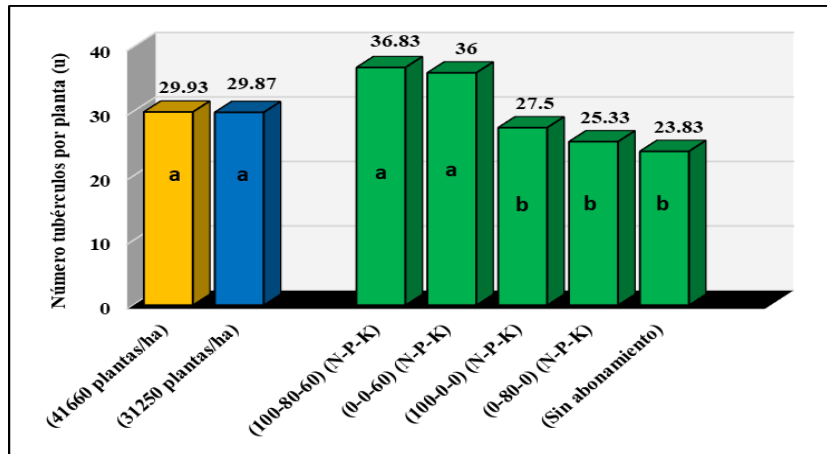
(INIA, 2004), menciona en su trabajo de investigación que el cultivo de oca mejorado (*Oxalis tuberosa Mol*) variedad INIA 407 “K'eny Rojo”, tuvo una altura aproximada de 60 cm, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.30 m entre golpes (tubérculos) y con un nivel de abonamiento de 80-60-40 kg. ha⁻¹ de N-P-K.

(Fager, 2021) describe en su investigación que la oca presento una curva de crecimiento, en altura de planta llegando medir hasta los 38 cm aproximadamente a los 240 días (diciembre a marzo), esto es debido a la temporada climática de verano, donde las lluvias o precipitaciones son escasas y porque la temperatura ascendió, afectando así su crecimiento adecuado del cultivo.

3.1.2 Número de tubérculos por planta

Figura 3.2

Prueba de Tukey del número de tubérculos por planta (*u*) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



El análisis de variancia del número de tubérculos por planta (tabla 3.2) la fuente de variación de la densidad de plantas no presenta diferencia significativa y el nivel de abonamiento presenta diferencia altamente significativa y el coeficiente de variación es 12.40% indicando precisión en los resultados.

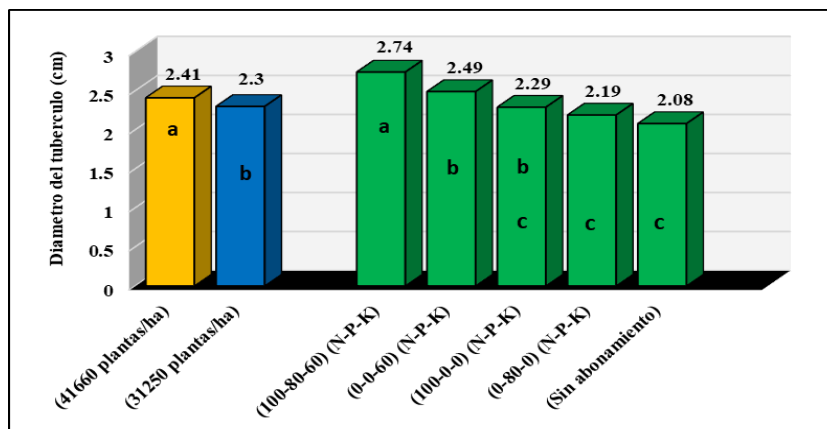
La figura 3.2 de la prueba de Tukey del número de tubérculos por planta, muestra que las dos densidades de planta no muestran diferencia estadística y que los niveles de abonamiento si presentan diferencia estadística presentando mayor número de tubérculos por planta n5 y n4 son superiores estadísticamente a n2, n3 y n1, estos últimos presentan menor número de tubérculos por planta.

INIA (2004), en su investigación en la Estación Experimental Illpa- Puno que obtuvo 100 tubérculos por planta con un abonamiento mineral de 80-60-40 kg. ha⁻¹ de N-P-K.

3.1.3 Diámetro ecuatorial del tubérculo

Figura 3.4

Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



Según el análisis de variancia (ANVA) para el diámetro ecuatorial del tubérculo, se muestra una diferencia altamente significativa en la fuente de variación de nivel de abonamiento mineral y en la fuente de variación de densidad de plantas se presenta una diferencia significativa. El coeficiente de variación es 5.90% determinando que los datos procesados muestran confiabilidad y buena precisión de los resultados mostrados.

Figura 3.4 de la prueba de Tukey del diámetro ecuatorial del tubérculo con el manejo de la densidad de plantas, se observó que existe diferencia significativa en su comparación de medias entre d1 (41660 plantas. ha⁻¹) y d2 (312500 plantas. ha⁻¹). En lo que refiere los distintos niveles de abonamiento, existe diferencia estadística dándonos el mayor diámetro ecuatorial del tubérculo en n5 (100-80-60).

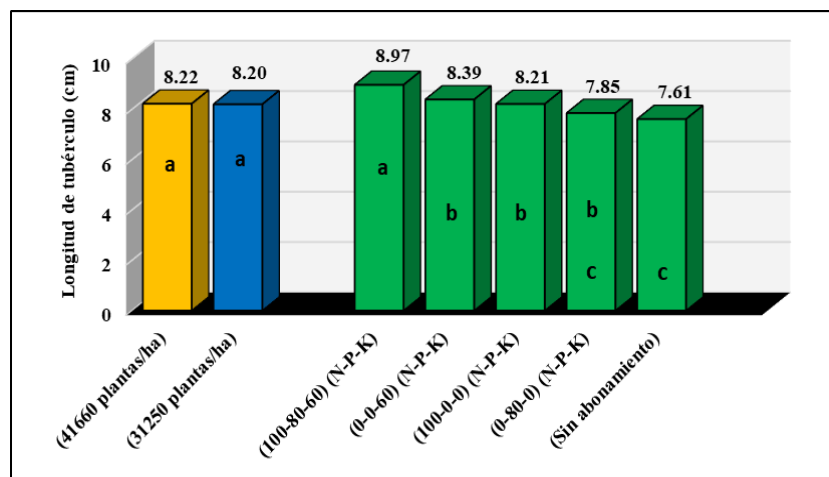
Melchiorre (1985), describe en su artículo científico menciona que el tuberculo de oca tiene un diámetro ecuatorial que varia entre los 2.50 cm y 3.75 cm. Estas ocas presentan distintos colores como blanco, amarillo, purpura, rojo y suelen tener formas diversas ya sean cilíndricas o elípticas.

Esto afirma lo que aporta el macronutriente de potasio que mejora significativamente la calidad del tubérculo dando una mayor calidad al tubérculo, siendo esencial además en la fotosíntesis, activación enzimática y la respiración.

3.1.4 Longitud del tubérculo

Figura 3.6

Prueba de Tukey de la longitud del tubérculo (cm) de los efectos principales de la densidad de plantas y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



El análisis de variancia de la longitud del tubérculo con nivel de abonamiento y densidad de plantas, reporta la existencia de diferencia altamente significativa en el efecto de bloque y en el nivel de abonamiento. Sin embargo, no se presentó diferencia significativa en el efecto de interacción de densidad de plantas con nivel de abonamiento, ni en densidad de plantas. El coeficiente de variancia es 3.99% lo que indica la confianza en el experimento de campo.

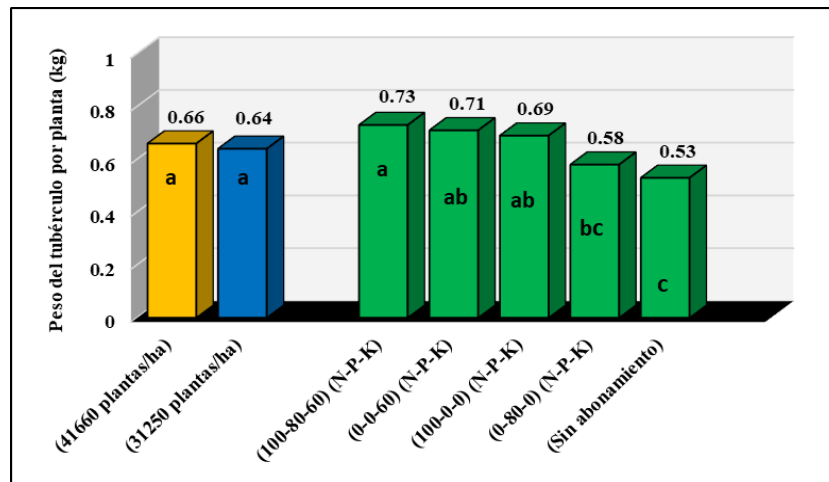
La figura 3.6 de la prueba de Tukey se muestra a d1 (41660 plantas. ha⁻¹) y d2 (31250 plantas. ha⁻¹), no presenta diferencia significativa. Al ver los diferentes niveles de abonamiento mineral, podemos detectar u observar que se presentó una diferencia altamente significativa en los niveles de abonamiento mineral, siendo superior estadísticamente el n5 (100-80-60) N-P.K.

León (1987), menciona que los tubérculos de oca tienen una longitud aproximada de 5 a 15 cm de formas distintas como cilíndricas a ovoides, que presentan colores llamativos como amarillos, negros, rosados, morados, blancos a menudo con distintas áreas como uniformes o punteados.

3.1.5 Peso de tubérculo por planta

Figura 3.8

Prueba de Tukey del peso de tubérculo por planta (kg) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



Del análisis de variancia del peso de tubérculo por planta, nos indica que existe una diferencia altamente significativa en la fuente de variación del nivel de abonamiento mineral. Pero no existe diferencia significativa en la fuente de variación de la interacción de densidad de plantas con nivel de abonamiento, esto permite el análisis de efectos principales. El coeficiente de variancia es 13.04% lo que resulta buena precisión del experimento proporcionando buenos datos del experimento.

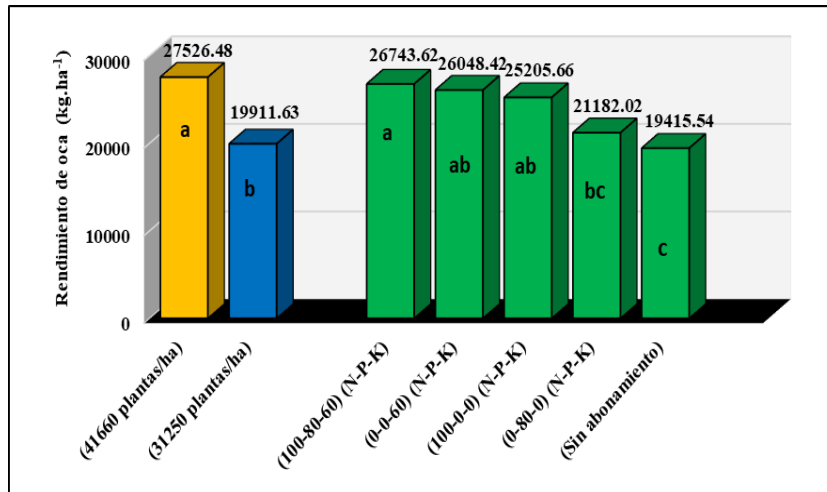
La figura 3.8 “prueba de Tukey” del peso del tubérculo por planta, nos permite analizar el efecto directo de la densidad de plantas observando que no existe diferencia significativa en las densidades, pero si existe una diferencia significativa en la comparación de medias de los distintos niveles de abonamiento.

INIA (2004), en su investigación menciona que el peso de tubérculo fue de 0.6 a 0.9kg, al aplicar un abonamiento mineral de N-P-K (80-60-40). Con esta investigación se comprueba que nuestros resultados se encuentran dentro del rango de peso de 0.53 a 0.73kg.

3.1.6 Rendimiento de oca

Figura 3.10

Prueba de Tukey del rendimiento total de oca (kg. ha^{-1}) de los efectos principales de la densidad de planta y de los niveles de abonamiento mineral, Paccha 3363 msnm



En la figura 3.10 de la prueba de Tukey, se muestra que existe una diferencia altamente significativa en el rendimiento de oca con la densidad de plantas y con los niveles de abonamiento mineral.

MIDAGRI (2024), reporta que la oca tuvo un rendimiento promedio de $16.518 \text{ t. ha}^{-1}$ en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Vinchos. Valores que son similares al testigo, con un rendimiento de $17.044 \text{ t. ha}^{-1}$, esto indica que el abonamiento con la densidad de plantas si influyen en el rendimiento.

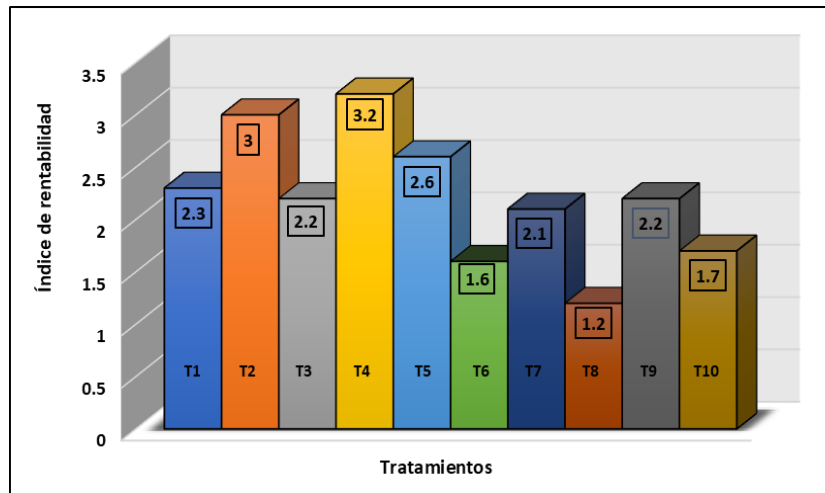
La prueba de Tukey del rendimiento total de oca con el manejo de densidad de plantas (tabla 3.12), informa la investigación que la densidad d1 ($41660 \text{ plantas. ha}^{-1}$) obtuvo un rendimiento de $27526.48 \text{ kg. ha}^{-1}$ siendo superior en el rendimiento a la densidad d2 ($31250 \text{ plantas. ha}^{-1}$).

La prueba de Tukey del rendimiento de oca con el nivel de abonamiento (tabla 3.13), se comprobó que nivel de abonamiento mineral n5 (100-80-60) NPK, es superior a los otros niveles de abonamiento mineral con un rendimiento total de oca de $26743.62 \text{ kg. ha}^{-1}$. Se aprecia además que el menor rendimiento fue n1 (testigo), dando el menor rendimiento de $19415.54 \text{ kg. ha}^{-1}$.

3.2 Merito económico de los tratamientos

Figura 3.12

Índice de rentabilidad, Paccha 3363 msnm



El tratamiento con menor utilidad bruta por hectárea es T8 (d2* n3) de una densidad de plantas d2 (31250 plantas. ha⁻¹) con nivel de abonamiento mineral n3 (0-80-0), tiene una utilidad bruta de S/9,404.28 con un índice de rentabilidad de 1.2; esto se debe a que el suelo reporta un bajo contenido de fosforo por ello se tiene mayor costo de producción, además el rendimiento afecto.

MIDAGRI (2024), menciona en su pagina que en la región de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Vinchos; el precio del tubérculo de oca en chacra en soles es de 0.87 nuevos soles, razón por la cual este cultivo se siembra solo para una agricultura familiar, para el alimento diario en el campo.

Se determina que el tratamiento cuatro "T4" (d1*n4) es decir con una densidad de plantas d1 (41660 plantas. ha⁻¹) con nivel de abonamiento mineral N-P-K de n4 (0-0-60), que genera la mayor utilidad bruta de S/22,943.21 por hectárea e índice de rentabilidad de 3.2, debido a que se produjo un rendimiento alto de oca y el costo de producción es menor por el uso de abonamiento mineral de tan solo potasio con la interacción de la mayor densidad de plantas.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de niveles de abonamiento mineral de N-P-K, genero una influencia en los componentes de rendimiento (longitud, diámetro, número de tubérculos y peso); existiendo una relación para un resultado positivo en la variable de rendimiento de 26743.62 kg. ha⁻¹. El experimento presento una diferencia altamente significativa al aplicar un abonamiento mineral de 100-80-60 kg. ha⁻¹ de N-P-K, a comparación del testigo (sin abonamiento).

2. Al aplicar una densidad de planta de 41660 plantas. ha⁻¹, mostro un efecto altamente significativo en la variable de rendimiento con un resultado 27526.48 kg. ha⁻¹; además su componente, el diámetro ecuatorial de tubérculo presenta una diferencia significativa.
3. El mayor mérito económico en la producción de oca es con una densidad de plantas de 41660 plantas. ha⁻¹ con nivel de abonamiento mineral de potasio de 60 kg. ha⁻¹ que genera la mayor utilidad bruta de S/. 19,023.29 por hectárea con un índice de rentabilidad de 2.6. Además, el menor merito económico fue con la densidad de plantas de 31250 plantas. ha⁻¹ con nivel de abonamiento mineral de fosforo de 80 kg. ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, B. D. (2018). Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamusa [Universidad Peruana Unión].
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2018). *Coleccion de germoplasma conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Cusco: <https://cipotato.org/publications/oxalis-tuberosa-mol-coleccion-en-el-centro-internacionalde-la-papa-cip/>.
- Fager, M. (2021). Aportes al comportamiento de la Ibia (*Oxalis tuberosa*) en condiciones de agricultura urbana en el norte de Bogotá D . C. Universidad de La Salle
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). Nueva variedad de oca INIA 407 K'ENY ROJO. Puno-Perú: Estación Experimental Agraria Illpa - puno. Obtenido de:MINADRIINIA:https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/pr ograma/sistProductivo/variedad/oca/INIA_407.pdf.
- León, J. (1987). *Botanica de los cultivos tropicales*. San Jose-Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura .
- Orosco, R. A. (2019). Caracterización funcional del almidón de dos genotipos de oca. (*Oxalis tuberosa* Molina) cultivadas con dos aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Universidad Técnica de Ambato.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Obtenido de [eyJrIjoiYjYwYTtk5MDgtM2M0MS00NDMyLTgzNDEtMjNhNjEzYWQyOTNlIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9](https://www.mida.gob.pe/publicaciones/Perfil-productivo-y-competitivo-de-los-principales-cultivos-del-sector)
- Melchiorre, P. (1985). *Identificación de tuberculos andinos (Oxalis tuberosa, Ullucus*

tuberosus y *Tropaeolummtuberosum*) mediante caracteres anatomicos y exomorfologicos. Buenos Aires-Argentina: Universidad de Buenos Aires.

Urrunaga, (2002) Estudio etnobotánico de los parientes silvestres de la papa, oca, maschua y pasifloras del Cuzco. Proyecto de Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres. Universidad del Cuzco.

Yenque, J., Santos De La Cruz, E., Salas Bacalla, J., Feliciano Muñoz, O., & Lavado Soto, A. (2014). Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*oxalis tuberosa*), para el procesamiento de harinas en la Quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash. *Industrial Data*, 10(1), 2. <https://doi.org/10.15381/idata.v10i1.5925>