

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GUANO DE ISLA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris* L.)
VARIEDAD EARLY WONDER EN EL FUNDO LA VICTORIA”

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

GROVER HOYOS ZORRILLA

Asesor:

Dr. GLICERIO EDUARDO TORRES CARRANZA

CAJAMARCA-PERÚ

2023



CONSTANCIA

El que suscribe el asesor de tesis denominada "EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GUANO DE ISLA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris* L.) VARIEDAD EARLY WONDER EN EL FUNDO LA VICTORIA".

Hace constar:

Que el Bachiller **Grover Hoyos Zorrilla**, identificado con DNI N°45289532, tiene un índice permitido de similitud en su investigación denominada, con un total de 1%, según el software especializado URKUND, dando conformidad a dicha entrega.

Se expide la constancia a la parte solicitante en señal de conformidad para los fines que él destine conveniente.

Cajamarca, 06 de octubre de 2022

Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza

ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veinte días del mes de julio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 048-2023-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GUANO DE ISLA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BETARRAGA (*Beta vulgaris* L.) VARIEDAD EARLY WONDER EN EL FUNDO "LA VICTORIA"**", realizada por el Bachiller **GROVER HOYOS ZORRILLA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las trece horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
PRESIDENTE



Ing. Urías Mostacero Plasencia
SECRETARIO



Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez
VOCAL



Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por brindarme buena salud, energía y fortaleza en cada momento de mi vida, favoreciendo grandemente para superar diferentes dificultades en el transcurrir de mi carrera profesional.

A mis padres, que mediante su apoyo incondicional han encaminado mis ideales de ser profesional y permitido culminar mi etapa educativa.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, guiarme por el camino del bien y darme sabiduría para poder realizar mis estudios superiores.

Al Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza, quien con su orientación profesional me ha ayudado a realizar el presente trabajo de investigación.

A mis padres, hermanos y amigos, por su apoyo incondicional y absoluto, me han permitido tener una actitud positiva y perseverante para desarrollar y culminar mis estudios e investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por el espacio otorgado en la Facultad de Ciencias Agrarias para realizar mis estudios y adquirir una formación académica por parte de excelente plana docente.

EL AUTOR

RESUMEN

El Presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) var. Early Wonder. Este trabajo se desarrolló en el centro experimental “La Victoria” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca en un área agrícola de 216 m² diseñado estadísticamente en Bloques Completamente al Azar (DBCA), en el cual figuran tres bloques con cinco tratamientos cada uno. El material experimental fue semilla de betarraga variedad Early Wonder y abonos orgánicos tales como, guano de isla y humus de lombriz en dosis de 2 y 4 t ha⁻¹ respectivamente, aplicado mediante abonamiento de fondo. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, longitud de raíz, diámetro de raíz, peso total de planta, materia seca, rendimiento de raíz y un análisis económico para determinar la rentabilidad. Los resultados obtenidos mediante la prueba de ANOVA para los tratamientos fueron estadísticamente significativos, y que mediante la prueba de DUNCAN se determinó que el tratamiento aplicado con 4 t ha⁻¹ de guano de isla resultó superior respecto al resto, el cual presentó un rendimiento de 41 562 kg ha⁻¹. Así mismo, mediante un análisis económico se determinó que el mayor índice de rentabilidad presentó los tratamientos aplicados con 2 ha⁻¹ y 4 t ha⁻¹ de guano de isla con valores de 164.73% y 164.68 % respectivamente y, en relación al beneficio/costo los mayores resultados fueron para los tratamientos con dosis de 2 ha⁻¹ y 4 t ha⁻¹ de guano de isla, con un valor de 2.79 de retorno por cada sol invertido.

Palabras claves: Rendimiento, Guano de isla, Humus de lombriz, betarraga.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the effect of the application of island guano and earthworm humus on the yield of the beetroot (*Beta vulgaris* L.) var. early wonder. This work was developed in the experimental center "La Victoria" of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Cajamarca in an experimental agricultural area of 216 m² statistically designed in Completely Random Blocks (DBCA), in which there are three blocks with five treatments each. The experimental material was Early Wonder variety beetroot seed and organic fertilizers such as island guano and earthworm humus in doses of 2 and 4 t ha⁻¹ respectively, applied by bottom fertilization. The variables evaluated were: plant height, root length, root diameter, total plant weight, dry matter, root yield and an economic analysis to determine profitability. The results obtained through the ANOVA test for the statistical treatments were significantly significant, and that through the DUNCAN test it was limited that the treatment applied with 4 t ha⁻¹ of island guano was superior compared to the rest, which presented a yield of 41 562 kg ha⁻¹. Likewise, through an economic analysis it is limited that the highest profitability index presented the treatments applied with 2 ha⁻¹ and 4 t ha⁻¹ of island guano with values of 64.73% and 64.68 % respectively and, in relation to the benefit/ cost, the highest results were for the treatments with doses of 2 ha⁻¹ and 4 t ha⁻¹ of island guano, with a return value of 2.79 for each sun invested.

Keywords: Yield, Island guano, Worm humus, beetroot.

INDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo General	2
1.2. Objetivos Específicos	2
CAPITULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Impacto de los fertilizantes inorgánicos en los suelos	6
2.2.2. Fertilización orgánica	7
2.2.3. Beneficios de los abonos orgánicos	7
2.2.4. Descripción del humus de lombriz	8
2.2.5. Descripción general del guano de isla	11
2.2.6. Origen de la Betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>)	14
2.2.7. Clasificación botánica	15
2.2.8. Características morfológicas	15
2.2.9. Fases fenológicas	16
2.2.10. Requerimientos edafoclimáticos	16
2.2.11. Manejo agronómico del cultivo de betarraga	17
2.2.12. Variedades botánicas	19
2.2.13. Rendimiento nacional de betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>)	20
2.2.14. Definición de términos básicos	21
CAPITULO III	24
MARCO METODOLÓGICO	24
3.1. Ubicación del campo experimental	24

3.2. Datos climáticos de la estación: “Augusto Weberbauer”	25
3.3. Materiales.....	25
3.3.1. <i>Material biológico.</i>	25
3.3.2. <i>Material de laboratorio</i>	25
3.3.3. <i>Material de campo</i>	26
3.3.4. <i>Material de escritorio</i>	26
3.4. Metodología	26
3.4.1. <i>Diseño Experimental</i>	26
3.4.2 <i>Modelo Lineal</i>	26
3.4.3. <i>Parámetros</i>	27
3.4.4. <i>Descripción de los tratamientos</i>	28
3.4.5. <i>Dimensiones del campo experimental</i>	28
3.4.6. <i>Diseño del campo experimental</i>	29
3.4.7. <i>Conducción del Experimento</i>	29
3.4.8. <i>Evaluación de parámetros</i>	33
CAPITULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Análisis de varianza (ANOVA) de cada variable en estudio	36
4.1.1. <i>Rendimiento (kg ha⁻¹)</i>	36
4.1.2 <i>Altura de planta (cm)</i>	38
4.1.3. <i>Longitud de raíz (cm)</i>	40
4.1.4. <i>Diámetro de raíz (cm)</i>	42
4.1.5 <i>Rendimiento de materia seca de la raíz de betarraga (Beta vulgaris L.)</i>	44
4.2. Análisis económico	46
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones	49

CAPÍTULO VI	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
ANEXOS	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades físico-químicas de humus de lombriz a base de diferentes sustratos</i>	10
Tabla 2 <i>Características físico-químicas del guano de las islas</i>	14
Tabla 3 <i>Análisis de varianza diseño bloque completamente al azar</i>	27
Tabla 4 <i>Dosis de abono en cada unidad experimental</i>	28
Tabla 5 <i>Análisis físico-químico del suelo</i>	30
Tabla 6 <i>Datos del análisis del abono guano de isla</i>	31
Tabla 7 <i>Datos del análisis del abono humus de lombriz</i>	31
Tabla 8 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento (kg ha⁻¹) en betarraga (Beta vulgaris L.)</i>	36
Tabla 9 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de la planta en betarraga (Beta vulgaris L.)</i>	39
Tabla 10 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz en betarraga (Beta vulgaris L.)</i>	41
Tabla 11 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de raíz en betarraga (Beta vulgaris L.)</i>	43
Tabla 12 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de materia seca de raíz</i>	44
Tabla 13 <i>Determinación de análisis de rentabilidad y beneficio/costo</i>	46
Tabla 14 <i>Datos de altura de planta</i>	67
Tabla 15 <i>Datos de longitud de raíz</i>	68
Tabla 16 <i>Datos de diámetro de raíz</i>	68
Tabla 17 <i>Datos de materia seca</i>	69
Tabla 18 <i>Datos de rendimiento</i>	69
Tabla 19 <i>Análisis de suelos</i>	70
Tabla 20 <i>Análisis del guano de isla</i>	71

Tabla 21 <i>Análisis del humus de lombriz</i>	72
Tabla 22 <i>Costos de producción de betarraga del tratamiento 1</i>	73
Tabla 23 <i>Costos de producción de betarraga del tratamiento 2</i>	74
Tabla 24 <i>Costos de producción de betarraga del tratamiento 3</i>	75
Tabla 25 <i>Costos de producción de betarraga del tratamiento 4</i>	76
Tabla 26 <i>Costos de producción de betarraga del tratamiento 5</i>	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Reporte del rendimiento promedio de betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>) por regiones.	20
Figura 2 Mapa de localización del campo experimental	24
Figura 3 Datos climáticos - SENAMHI /DRD / Estación: Augusto Weberbaue	25
Figura 4 Distribución de tratamientos mediante el diseño de bloques completos al azar	29
Figura 5 Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el rendimiento del cultivo de betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	37
Figura 6 Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad altura de la planta en el cultivo de betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	39
Figura 7 Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para la longitud de raíz en betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	41
Figura 8 Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para diámetro de raíz.....	43
Figura 9 Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el porcentaje de materia seca en la raíz del cultivo de betarraga (<i>Beta vulgaris L.</i>)	45
Figura 10 Ingreso neto de la producción de betarraga por efecto de guano de isla y humus de lombriz	46
Figura 11 Determinación del Índice de rentabilidad.....	47
Figura 12 Relación costo/beneficio en los tratamientos	48
Figura 13 Muestreo de suelos.....	62
Figura 14 Preparacion del terreno	62
Figura 15 Delimitacion de parcelas	62
Figura 16 Abono guano de isla	62
Figura 17 Cosecha de humus de lombriz	63
Figura 18 Pesado de abonos orgánicos	63
Figura 19 Semilla de betarraga	63

Figura 20 Mullido de suelo	63
Figura 21 Abonamiento de fondo.....	64
Figura 22 Siembra	64
Figura 23 Riego por surco	64
Figura 24 Emergencia de las plantas.....	64
Figura 25 Deshije	65
Figura 26 Deshierbo	65
Figura 27 Aporque	65
Figura 28 Medicion de altura de planta	65
Figura 29 Medición de longitud de raíz	66
Figura 30 Medición de diametro de raíz	66
Figura 31 Pesado de materia fresca	66
Figura 32 Secado de la materia fresca en estufa	66
Figura 33 Pesado de materia seca.....	67
Figura 34 Pesado de raíz.....	68

CAPITULO I

INTRODUCCION

La betarraga (*Beta vulgaris* L.) es una especie que tuvo sus orígenes entre los continentes de los continentes de África y Europa, y posteriormente fue extendiéndose en la agricultura por el resto de países debido al incremento de su consumo por la población, y preferido por su alto contenido nutricional (Gomez y Duque, 2018).

Por ello, a nivel mundial, la producción de betarraga se ha ido incrementando a través de los años, reportando para el año 2020 alrededor de 252 968 843 toneladas cosecha, correspondiente a un área de 4 439 073 hectáreas con rendimiento promedio de 57 t ha⁻¹. Los países que presentaron el mayor porcentaje de la producción mundial (36.8%) fueron Rusia con el 13.4%, Estados Unidos con el 12.1% y Alemania con el 11.3%. En cuanto al rendimiento, los países con mayor promedio fueron: Chile con 106.0 t ha⁻¹, España con 88.0 t ha⁻¹ y Bélgica con 84.0 t ha⁻¹, quienes superaron por encima del 47% del promedio mundial (Statista, 2022).

En el Perú, la producción nacional de betarraga en el año 2021 fue de 18 773 toneladas en una superficie agrícola cosechada de 1 705 hectáreas, bajo un rendimiento promedio de 18 .77 t ha⁻¹. Las tres regiones con mayor rendimiento fueron Lima Metropolitana con una producción 26. 04 t ha⁻¹, La Libertad con 25. 23 t ha⁻¹ y para Arequipa con 19.05 t ha⁻¹, quedando en el último lugar con el menor rendimiento la región andina de Cajamarca con un promedio de 5 410 t ha⁻¹ según reportado por Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI] (2021).

Uno de los factores en el bajo rendimiento de los cultivos en esta región andina del Perú, se debe al inadecuado manejo agronómico aplicado por los agricultores (Caycho et al.,

2009). En cierto modo, a través de los años, la aplicación de fertilizantes inorgánicos ha dado buenos resultados en el rendimiento de los cultivos, sin embargo, su uso indiscriminado ha tenido un impacto adverso en la naturaleza microbiana del suelo afectando la productividad agrícola. Ante esta problemática, la agricultura moderna ha utilizado como alternativa abonos orgánicos para mantener la fertilidad de los suelos y mejorar el rendimiento productivo de los cultivos y, a si mismo, obtener una mejor calidad de los productos (Cruz Koizumi et al., 2017).

Por consiguiente, en el presente trabajo de investigación se buscó determinar el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz con la finalidad de evaluar si existe incremento en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.), y, por consiguiente, mejores ingresos económicos.

1.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) variedad Early Wonder en el Centro Experimental Fundo “La Victoria”.

1.2. Objetivos Específicos

Determinar el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de raíz de betarraga (*Beta vulgaris* L.) por efecto de la aplicación de 2 y 4 $t\ ha^{-1}$ guano de isla y humus de lombriz.

Determinar el efecto de la aplicación de guano de isla y de humus de lombriz en el comportamiento de los componentes de rendimiento como altura de planta, longitud de raíz, diámetro de raíz y materia seca del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.).

Realizar un análisis económico cuantificando la rentabilidad y beneficio/costo de las unidades de investigación por efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Gregorio (2010), realizó una investigación en el cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) en Buenavista, Saltillo y Coahuila de México, en el cual evaluó el efecto de estiércol de bovino (37.5 t ha^{-1} y 75 t ha^{-1}) y composta vegetal (37.5 t ha^{-1} y 75 t ha^{-1}). El mayor rendimiento obtenido fue mediante la aplicación de 75 t ha^{-1} de composta vegetal con una producción de 26.4 t ha^{-1} , seguido del estiércol de bovino con dosis de 37.5 t ha^{-1} con producción de 25 t ha^{-1} de raíz, pero con menor rendimiento el testigo que alcanzo 14.5 t ha^{-1} .

Cristóbal (2020), en su trabajo de investigación, realizó un estudio sobre la dosis de biol y fertirriego con microorganismos eficaces en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.), en condiciones edafoclimáticas de Cahuac, Yarowilca de Huánuco. Trabajó con el diseño de Bloques Completamente al Azar para 27 tratamientos distribuidos en 3 bloques. Concluyó que las unidades experimentales aplicadas 2.0 l de biol y 0.5 l de fertirriego disuelto en 20 y 40 litros de agua respectivamente, obtuvo el mayor rendimiento con una producción de 33.7 t ha^{-1} .

Terranova (2014), realizó una investigación en Bahahoyo-Los ríos-Ecuador en el cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) variedad "Tall Top Early Wonder" con el objetivo de verificar el rendimiento mediante la evaluación de diferentes distanciamientos (entre plantas 0.15 m, 0.20 m, 0.25 m, 0.30 m, 0.40 m y entre surcos a 0.2 m), el cual el mejor rendimiento obtenido fue de 13.91 t ha^{-1} .

Martínez (2016), realizó una investigación en betarraga (*Beta vulgaris* L.) y evaluó tres variedades mediante la incorporación de un sustrato enriquecido con EM-biol, mediante un sistema organopónico. En su experimento determino que el mayor rendimiento con aplicaciones de EM-BIOL ($100\text{-}250 \text{ cm}^3 \text{ l}^{-1}$ de agua) obtuvo 20.37 t ha^{-1} y la variedad de mayor promedio fue para Crosby egyptian que obtuvo un rendimiento de 21.87 t ha^{-1} .

Quispe (2003), realizó una investigación en betarraga (*Beta vulgaris* L.), en el cual evaluó el efecto de la dosis entre macro-micronutrientes y abonos orgánicos conducido en el centro Agronómico K' Ayra. Concluyó que mediante la incorporación de compost más solución nutritiva (10 ml A + 4 ml B/l de agua) obtuvo el mayor rendimiento con 25.27 t ha⁻¹; por otra parte, considerando el efecto de la sola aplicación de humus de lombriz tuvo un rendimiento de 23.68 t ha⁻¹.

Huamán (2021), realizó una investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) por efecto de la aplicación del potasio y guano de isla bajo labranza mínima en la localidad de Canaán de la Región de Ayacucho, cuyo experimento se ubicó a una altitud de 2750 msnm. La respuesta del cultivo a la fertilización fue estadísticamente igual a la aplicación combinada de 1-2 t ha⁻¹ de guano de isla (GI) y 180-180 kg ha⁻¹ de potasio (K) con un rendimiento de 27,125 y 26,813 t ha⁻¹ respectivamente, quedando en el penúltimo lugar a la aplicación de 2 t ha⁻¹ de GI con rendimiento de 18,729 t ha⁻¹ y con menor rendimiento a la aplicación de 1 t ha⁻¹ de GI con rendimiento de 15,229 t ha⁻¹.

Morocho (2019), en su trabajo de investigación, evaluó la respuesta de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) a cinco láminas de riego por goteo (4, 6, 8, 10 y 12 mm) en el valle de Cajamarca. Empleo el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) para un total de quince tratamientos distribuidos en tres bloques. Los resultados obtenidos fueron directamente proporcionales, puesto que a medida que se incrementó la dosis de lámina de agua se obtuvo un aumento en el rendimiento, de tal forma que en el tratamiento aplicado con 12mm agua de riego se obtuvo el mayor rendimiento con un valor de 45.49 t ha⁻¹.

Trinidad et al. (2021), en su trabajo de investigación, evaluó la adaptabilidad de cinco cultivares de betarraga (*Beta vulgaris* L.) a las condiciones ambientales de Panao, Huánuco, figurando entre ellas la variedad Early wonder. Trabajó bajo el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Las condiciones agrometeorológicas para el campo experimental fueron entre un rango de temperatura de 7°C a 18°C, humedad relativa de 95.0% y precipitaciones totales de 1119.5 mm. Concluyó que la variedad Early wonder obtuvo un

rendimiento de 14.88 t ha⁻¹, 2.02 t menor a la variedad con mayor rendimiento que obtuvo 16.90 t ha⁻¹.

Sopan (2019), realizó un trabajo de investigación, con el objetivo de evaluar la influencia de tres niveles de fertilización de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O): nivel 1 (100-80-120), nivel 2 (120-100-140) y nivel 3 (140-120-160) en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Var. Early Wonder en condiciones agroecológicas de Huacrachuco Marañón a 3236 msnm. Concluyó que, con el nivel de fertilización más alto de N, P₂O₅ y K₂O (140-120-160) obtuvo el mayor rendimiento con promedio de 31 098.31 t ha⁻¹, superando al testigo en 10 745.45 t ha⁻¹.

Manga (2022), realizó una investigación, con la finalidad de evaluar el efecto de la densidad de siembra y fuentes de abonos orgánicos en la producción de dos variedades de betarraga (*Beta vulgaris* L.) en Oropesa-Quispicanchi del Cusco. Concluyó que el mayor rendimiento fue para guano de isla con una producción de 30.83 t ha⁻¹, respecto al Humus de lombriz que obtuvo 29.78 t ha⁻¹, y quedando en el último lugar el testigo con 24.08 t ha⁻¹.

Muñoz (2006), realizó una investigación, con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra de beterraga (*Beta vulgaris* L.) var. Early Wonder Tall Top llevado a cabo en el Fundo UNAP-IQUITOS. Concluyó que con densidad de 0.25m x 0.10 m obtuvo el mayor rendimiento con 28.77 t ha⁻¹.

Ramos (2019), en su trabajo experimental, evaluó el efecto del guano de islas y del humus de lombriz sobre las características biométricas y rendimiento del cultivo de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*- rubra) en un invernadero del Centro de Investigación y Producción Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano del distrito de Platería de la provincia de Puno. El experimento lo desarrollo con el diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial con 27 unidades experimentales. Utilizó guano de isla con dosis de 0-0.5-1 t y humus de lombriz con dosis de 0-5-10 t ha⁻¹ con aplicaciones de forma individual y combinada. Los resultados indicaron que con aplicaciones de 1 t ha⁻¹ de guano de isla y 5 t

ha⁻¹ de humus de lombriz obtuvo los mayores rendimientos significativos con 82.30 y 81.02 t ha⁻¹ de producción respectivamente, respecto al testigo que genero 50.77 a 55.45 t ha⁻¹.

Lujan (2018) investigó el efecto de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) y estiércol de vacuno (*Bos Taurus*) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. *Serranita* en la Provincia Otuzco - Región La Libertad – Perú. Para el estudio utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar con 21 parcelas demostrativas. Se incorporaron dosis de 1, 2, 3 t ha⁻¹ por cada abono orgánico y dosis de 190-100-100 de fertilizantes inorgánicos N-P₂O₅-K₂O. Los abonos orgánicos y dosis de N-P₂O₅-K₂O (100-100-100) se incorporó al inicio de la siembra y tres meses después la dosis de N-P₂O₅-K₂O (90-0-0). A los 4 meses, se complementó con aplicaciones foliares potásicas, pero para al tratamiento control se fertilizó con abono químico. Concluyó que la interacción de 3 t ha⁻¹ de humus de lombriz con fertilizantes inorgánicos de N-P₂O₅-K₂O (190-100-100) obtuvo el mayor rendimiento de tubérculos (34.78 t ha⁻¹) respecto a la aplicación de estiércol de vacuno de 3 t ha⁻¹ (29.74 t ha⁻¹).

Zegarra (2019), en su trabajo de investigación en betarraga (*Beta vulgaris* L.) evaluó la demanda hídrica del cultivo mediante riego por goteo en el Centro Agronómico K' Ayra. Mediante cálculo en el manejo del riego se determinó una demanda de 1602.2 m³ ha⁻¹, volumen que ha requerido el cultivo hasta los 90 días momento de cosecha. En el experimento determinó una producción de 40.46 t ha⁻¹ influenciado por la eficiencia de riego.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Impacto de los fertilizantes inorgánicos en los suelos

Frente al incremento de la población mundial, surge la necesidad de incrementar los niveles de producción para cubrir la demanda de alimentos. Ante ello, se buscó alternativas que mejoren los rendimientos de los cultivos, una de ellas es el uso de fertilizantes inorgánicos para incrementar los niveles de nutrientes de los suelos que han sido desgastados por el constante uso (FAO, 2002). Sin embargo, su continua utilización ha traído consigo efectos negativos en los suelos agrícolas, tales como salinización y alcalinización, incremento de

metales pesados, disminución de la fertilidad y pérdida de microorganismos benéficos y en su efecto agrícola una fuerte disminución en el rendimiento de los cultivos (Kughur et al., 2015).

2.2.2. Fertilización orgánica

Un reemplazo a la utilización de fertilizantes inorgánicos es la utilización de abonos orgánicos que por efecto de la mineralización se hacen más disponibles los nutrientes para los cultivos agrícolas y mejores rendimientos y producciones más sostenibles (Lamsfus et al., 2003). La incorporación a los suelos permite el mantenimiento de una manera casi constante los niveles iniciales de la materia orgánica del suelo (Medina *et al.*, 2010).

Mediante la aplicación de abonos orgánicos se tiene por finalidad recuperar en gran medida la fertilidad del suelo. Estos se aplican a los cultivos en diferentes momentos, tales como en etapas anteriores a la siembra, durante el desarrollo de las plantas cultivadas y después y al culminar la época de siembra (Petit *et al.*, 2009). En cuanto a los elementos nutricionales de los abonos destaca el aporte de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes (Ouédraogo *et al.*, 2001).

La producción mundial de abonos orgánicos cada año ha tomado importancia, reportando su utilización en el año 1972 de 73.8 millones de toneladas para luego elevarse en 1999 a 141.4 millones de toneladas (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2007). Europa es considerado el continente que utiliza en mayor proporción respecto a los fertilizantes inorgánicos, 80% de abonos orgánicos y 20% fertilizantes, seguido de Oceanía y Latinoamérica. Sin embargo, China es considerado estadísticamente el país que mayor lo utiliza en la agricultura, anualmente asciende a 55.69 millones de toneladas y en segundo lugar Estados Unidos utilizando anualmente 19.9 millones de toneladas (Willer y Yussefi, 2001).

2.2.3. Beneficios de los abonos orgánicos

Según Oktem et al (2020) los abonos orgánicos aplicados a los suelos ejercen diversas funciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas:

- Mejora la estructura del suelo, es decir, interviene formando agregados con mayor estabilidad, permite mejor permeabilidad e incrementa las fuerzas de cohesión de las partículas en suelos arenosos, pero con resultados adversos en arcillosos.
- Mejora el drenaje del suelo e impide que se forme charcos de agua, puesto que aumenta la conductividad hidráulica del suelo, que por consiguiente reduce la pérdida del suelo por erosión.
- Mantiene el suelo, en mayor tiempo, en capacidad de campo al mejorar la retención del agua y guardar una humedad del suelo en un tiempo prolongado.
- Incrementa la masa microbiana benéfica por efecto del aprovechamiento del carbono, disminuyendo significativamente los microorganismos patógenos.
- Mejora la capacidad buffer, capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, contribuyendo de esta manera en acelerar la disponibilidad de los macro y micronutrientes por su acción quelante.

2.2.4. Descripción del humus de lombriz

a. Humus de lombriz

Se designa humus de lombriz o vermicompost a los excrementos de las lombrices producido por transformación de la materia orgánica en el sistema de digestivo de estos invertebrados. Se le ha dado este nombre al abono por guardar relación con el humus del suelo proveniente de la descomposición de los residuos orgánicos vegetales de los campos de cultivo (Ndegwa *et al.* 2000). Así mismo, Manaf *et al.* (2009), señala que este abono es un producto en estado avanzado de descomposición, con característica amorfa, oscura y homogénea que confieren calidad e influyen en el mejoramiento de las propiedades del suelo.

A través del vermicompostaje se produce humus de lombriz conocido como lombricompost, compost de lombriz o vermicompost, el cual es obtenido por biooxidación, degradación y estabilización del material orgánico realizado por la acción combinada de lombrices y microorganismos (Moreno *et al.*, 2014). En este proceso, los microorganismos

actúan degradando la materia orgánica por acción bioquímica, en cambio las lombrices actúan fragmentándolo con la finalidad de acondicionar el sustrato para la actividad microbiana (Aira *et al.* 2009).

b. Especies de lombrices

Según Domínguez y Gómez-Brandon (2010) las lombrices son clasificadas en tres categorías, diferenciadas por el tipo de alimentación se tiene:

Especies anécicas. Se diferencian de otras especies por la forma de introducirse en la tierra, realizan galerías verticales por varios metros debajo de la tierra. Tienen una manera peculiar de alimentarse y transformar los residuos orgánicos y vegetales, por las noches suben a la superficie para obtener y conducir sus alimentos al interior para luego nuevamente subir y depositar sus excrementos, pero con bajas tasas de producción. Se incluyen dentro de este grupo a las especies tales como *Lumbricus friendii*, *Lumbricus terrestris*, *Octodrilus complanatus*.

Especies endógenas. Realizan galerías horizontales ramificadas, pero a menor profundidad que las especies anécicas. Estas galerías son rellenadas conforme se alimentan con sus mismas deyecciones y su movimiento lo realizan por los espacios del horizonte que presenta material orgánico. En este grupo están la *Octolasion cyaneum*, *Pontoscolex corethrurus*, *Aporrectodea caliginosa* y *Octolasion tyrtaeum*.

Especies epigeas. Su alimentación lo realizan en la superficie del suelo en espacios donde abunda residuos orgánicos y vegetales en descomposición. Son consideradas las especies con las más altas tasas de producción y se aclimatan a ambientes variados. Están incluidas dentro de este grupo algunas especies como la *Eisenia fétida*, *Eisenia andrei*, *Eisenia aiseni* y *Lumbricus rubellus*.

c. Efectos del humus de Lombriz en el suelo

El humus de lombriz presenta un importante efecto en el suelo, esto se debe a su enorme carga bacteriana que oscila alrededor de 2 mil millones de bacterias por cada gramo

de humus seco, influye en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Flores y Alvira,1987). Aparte de ser utilizado como abono sólido, es procesado y utilizado como fertilizante orgánico foliar, mejorando la disponibilidad de los macro y micronutrientes (Casco y Iglesias, 2005).

Actúa disminuyendo de forma significativa la densidad aparente, mejora la estructura por el incremento de la estabilidad de los agregados, aumenta la capacidad de retención de agua del suelo (Ferrerías *et al.* 2006) y favorece la concentración de los nutrientes que son esenciales para el crecimiento de las plantas (Ismail, 2000), pero a diferencia de los fertilizantes inorgánicos este es de liberación lenta (Chaoui *et al.* 2003).

Incrementa la concentración de sustancias húmicas de estructura molecular compleja, y la relación ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (Albiach *et al.* 2001). Favorece la retención del agua y la capacidad de intercambio catiónico (Schnitzer, 1999).

Tiene relación con el aumento y actividad de la biomasa microbiana (Ros *et al.* 2006) y este efecto causa la proliferación de microorganismos beneficiosos y reducción del número de microorganismos patógenos (Nardi *et al.* 2004).

Es utilizado para biorremediar suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos que exceden los límites de tolerancia, practica conocida como vermirremediación por la utilización de lombrices (Kavehei *et al.* 2018).

d. Parámetros físico-químicos del Humus de lombriz

Tabla 1

Propiedades físico-químicas de humus de lombriz a base de diferentes sustratos

Elementos	PH	CE (Ds cm ⁻¹)	MO (%)	N (%)	P ₂ O (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (%)	Humedad (%)
Estiércol y vegetales	6.7	3.34	41.9	1.76	2.18	0.3	3.72	6.34	2.62	69.9
Pulpa de café y estiércol	4.7	0.47	96.3	1.33	0.13	0.06	0.92	0.21	0.72	74.7
Pulpa de café	6.6	1.24	50.3	2.07	0.6	0.34	2.47	0.76	1.62	69.4

Nota: Pérez *et al.* (2008)

La calidad final del humus de lombriz está en función de las especies de lombrices, tipo de sustrato utilizado para la alimentación de las mismas, formas de manejo del sustrato y tiempo del vermicompostaje (Domínguez y Gómez-Brandón, 2013).

2.2.5. Descripción general del guano de isla

a. Guano de isla

El abono orgánico, guano de islas proviene de las deyecciones de aves marinas que se alimentan principalmente de peces, calamares y zooplancton. Su alimentación es comparable a la cantidad extraída por la pesca industrial equivalente al 8% de la producción primaria a nivel mundial (Karpouzi *et al.* 2007).

Las principales aves marinas generadoras de este valioso abono orgánico corresponden al Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*) con mayor número, Piquero (*Sula variegata*), Pelicano bougainvillii (*Pelecanus thagus*) y la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*). Estas forman colonias en zonas costeras y depositan enormes cantidades de heces, plumas, huevos y restos de alimentos, produciéndose con el tiempo la acumulación de grandes cantidades de abono con 85% de peso seco disponible para la utilización en la agricultura (Wait *et al.* 2005).

El Guano de aves marinas es un abono 100% natural, y actualmente explotado por el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú; su utilidad se remonta a épocas preincas por su riqueza de nutrientes (Schnug *et al.* 2018). El contenido de nutrientes químicos que alberga este recurso es de regular cantidad, contiene macronutrientes como amonio y fosfato (Burger *et al.* 1978) y dentro de los micronutrientes esenciales destaca el Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), hierro (Fe) y cobalto (Co) (Wing *et al.* 2014).

b. Historia de explotación

El guano de aves marinas se extrajo de islas adyacentes, zonas áridas, a la costa occidental de Sudamérica que antes del siglo XX era de gran importancia económica para algunos países latinoamericanos (Frere *et al.*, 2005) que históricamente, los yacimientos

peruanos fueron los más importantes por la excelente calidad de los abonos extraídos (Cushman, 2003).

La exploración de este recurso se inició en 1804 con Alexander Von Humboldt quien envió muestras de guano de aves de las islas de Perú a Europa para la determinación de sus características físico-químicas, arrojando en el análisis altas concentraciones de nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio. Pasado 36 años, en 1840 se inició la explotación masiva de este recurso, llegando a venderse 400 mil toneladas por año a países europeos. Paralelo a este recurso, el salitre también fue explotado en grandes cantidades. Sin embargo, el apogeo del guano de isla solo duro 40 años aproximadamente, puesto que en 1875 comenzó a disminuir sus fuentes de reservas. Sin embargo, los europeos se inclinaron por medio de la ciencia y tecnología a buscar nuevas alternativas y en 1908 comenzaron a producir fertilizantes sintéticos como el amoniaco y nitrato a precios más accesibles reemplazando definitivamente al guano y salitre (Ceroni, 2012).

En 1909, se fundó la Compañía Administradora del Guano, pero tuvo su declive económico en 1956 por efecto de la explotación masiva de anchoveta extraída para la producción de harina y el fenómeno de El Niño ocurrido en 1960 que produjo la disminución de aves marinas y por consiguiente las reservas de guano. Sin embargo, años más tarde, inicios del siglo XX, el guano vuelve a resurgir en la agricultura peruana dentro los principales fertilizantes orgánicos. (Clark y Foster, 2012).

c. Influencia en las propiedades del suelo

Según MIDAGRI (2009), este recurso natural, por su alto valor nutricional, mejora los parámetros físico-químicos del suelo, favoreciendo el rendimiento de cultivos agrícolas, tales como:

En las propiedades físicas mejora la estructura del suelo mediante la formación de agregados, permitiendo mejor infiltración y retención del agua e incrementando la absorción de nutrientes.

En las propiedades químicas influye proporcionando mayor disponibilidad de elementos nutritivos (mineralización) por efecto del incremento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y aumento de la capacidad tampón del suelo y formación de quelatos.

En las Propiedades biológicas incrementa la actividad biológica, mediante la proliferación de microflora y microfauna produciendo, por microorganismos específicos, fijación de nitrógeno y sustancia activadores de crecimiento.

d. Mineralización del guano de isla

El material orgánico acumulado en las islas guaneras se recolecta pasado 6 años, el cual se encuentra bajo condiciones climáticas naturales variadas de temperaturas de 16 °C en invierno y 25 °C en verano y humedad alta. Estos ambientes climáticos permiten el incremento de los microorganismos, constituyendo millones de laboratorio biológicos que, por medio de reacciones bioquímicas de oxido-reducción, transforman los residuos orgánicos complejos en productos más simples (inorgánicos) haciendo más disponible los nutrientes para las plantas (MIDAGRI, 2009).

La acumulación de excretas de aves y mamíferos marinos, alimentos no consumidos, plumas, organismos muertos, cascarones de huevos forman los grandes depósitos de guano y estos por acción de diferentes procesos físico-químicos como intemperismo, oxidación y actividad microbiana son degradados y mineralizados (Ellis et al., 2006). Tal es el caso del nitrógeno presente en las heces en forma de ácido úrico que por acción de colonias de colonias *Clostridium*, *Azotobacter*, y *Micrococcus ureae*, transforman en nitrógeno amoniacal (NH_3) y posteriormente por actividad de bacterias nitrificantes (Nitrosomas) forman los nitratos que serán aprovechados por las plantas y así mismo por la flora microbiana (Palomo, et al., 1999). Sin embargo, la riqueza de nutrientes en los depósitos de guano dependerá de la alimentación y del tipo de especies que lo producen, considerando que es la fuente principal de nitrógeno, fosforo y otros elementos (Wait *et al.* 2005).

e. Parámetros físicos-químicos

El guano de isla proporciona macro y micronutrientes, conteniendo mayor porcentaje de nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y potasio (K) el cual se indica en la tabla 4 (Valladares *et al.*, 2020).

Tabla 2

Características físico-químicas del guano de las islas

-Elemento	Unidad	Concentración
Potencial de Hidrogeno (pH)	pH	7.04
Conductividad eléctrica (CE)	dS m ⁻¹	60.8
Materia orgánica (MO)	%	18.61
Nitrógeno (N)	%	14.87
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	14.34
Potasio (K ₂ O)	%	4.48
Calcio (CaO)	%	11.62
Magnesio (MgO)	%	1.03
Azufre (SO ₄ ²⁻)	%	1.5
Humedad (H)	%	8.74

Nota: Valladares *et al.* (2020)

2.2.6. Origen de la Betarraga (*Beta vulgaris* L.)

La betarraga, conocida comúnmente en México como betabel, remolacha en Cuba, Argentina y España, betarraga en Chile y Perú (Astorga, 2019), apareció entre los continentes de Europa, Asia y África que rodean al mar Mediterráneo, y fue utilizado, en sus inicios en la antigua Grecia e Imperio Romano, las raíces de las betarragas silvestres en la medicina para tratar enfermedades y las hojas en la alimentación de la población. En la agricultura, esta planta, fue introducida probablemente a inicios del siglo III d.C. según describen documentos de ese periodo, aunque los resultados de la producción no se trataban de una especie con raíces engrosadas como las variedades actuales, por lo que es probable que las cultivadas actualmente provengan de la especie *Beta maritima* L., encontrándose aún, en su forma silvestre, en la Costa del Sur de Europa, Asia e India Occidental (Biancardi *et al.* 2010).

2.2.7. Clasificación botánica

Se considera proveniente de la planta silvestre *Beta vulgaris* subsp. *Marítima*, encontrada actualmente en las costas del mar Mediterráneo de Europa Occidental (Biancardi et al. 2012). Según Abu-Ellail et al. (2021) indica que este cultivar se clasifica de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Macrophyllphyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	<i>Beta</i>
Especie	<i>Beta vulgaris</i> L.
Nombre común	Betarraga, remolacha roja de mesa y betabel

2.2.8. Características morfológicas

La betarraga (*Beta vulgaris* L.) es una planta herbácea bienal que en el primer año predomina el crecimiento vegetativo, hojas de color verde claro sostenidas por un peciolo alargado de color rojo claro ubicadas en forma de roseta encargadas de almacenar sacarosa en la raíz conforme va engrosando y, en el segundo año las plantas son estimuladas para formar órganos reproductivos (flores) mediante un proceso de vernalización (Brar et al. 2015). Es de característica variable, el cultivar Early wonder tiene una raíz en forma globosa ligeramente achatada con diámetro y peso variable de 5 a 10 cm y de 80 a 200 g respectivamente. Según la variedad, presenta colores, como de rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo a marrón, variedad como la Early wonder que poseen pulpa de color rojo oscuro y círculos concéntricos (Zapata et al. 2013). El tallo floral, durante el ciclo vegetativo, presenta un crecimiento lento de 1 a 3 cm de longitud, pero durante el periodo reproductivo el tallo llega a desarrollar de 25 a 35 cm de alto, sosteniendo en la parte distal inflorescencias hermafroditas y sésiles. La agrupación

de las flores forma un glomérulo, en cuyo interior se forman de dos a seis semillas (Gomez y Duque, 2018).

2.2.9. Fases fenológicas

Según Trinidad *et al.* (2021), menciona que el ciclo de la betarraga variedad *Early wonder* presenta cinco fases fenológicas, identificadas las siguientes: emergencia, primer par de hojas verdaderas, quinta hoja verdadera, hinchazón de la raíz y maduración y presenta la siguiente duración en cada etapa:

- Emergencia. Esta fase se produce a los 10 días después de la siembra (dds), manifestándose la extensión de las hojas cotiledonales.
- Primer par de hojas verdaderas. Se presenta a los 16 días después de la siembra, simultáneamente con un crecimiento rápido de raíces.
- Quinta hoja verdadera. Se produce a los 34 días después de la siembra con hojas cotiledonales amarillentas.
- Hinchazón de la raíz. Se produce a los 65 días después de la siembra con pequeñas quebraduras en el contorno de la punta de la raíz.
- Maduración. Se inicia a partir a los 120 días después de la siembra, con altura promedio de planta de 41 cm y diámetro ecuatorial y polar de 7.5 cm y 6.9 respectivamente.

2.2.10. Requerimientos edafoclimáticos

a. Clima

La betarraga se adapta a climas fríos y templados, pero con rango de temperatura para la germinación entre un rango de 5 a 7 °C y para un buen desarrollo es necesario temperatura entre 15 a 25 °C (INIA, 2014). A temperaturas entre 20 y 22°C origina una mayor acumulación de azúcar en la raíz y puede sostenerse con menores tasas de azúcar hasta temperaturas de 30°C, pero a mayor de 35°C la acumulación de la misma es nula (Torrenegra *et al.* 2016).

b. Agua

La necesidad hídrica del cultivo para un óptimo desarrollo al secano es de 500 a 600 mm de precipitaciones anuales. Sin embargo, ante posible escasez de lluvias el cultivo requiere complementar adicionando riegos frecuentes con la finalidad de tener el suelo en capacidad de campo entre 60 a 70% limitándose el riego cuando la raíz tenga un tamaño comercial. La humedad del suelo puede ser potencialmente perjudicial si supera los 80 % de capacidad de campo, el cual se incrementaría la incidencia de enfermedades (García, citado por Morocho, 2019). La cantidad de agua son elevadas, según la forma de riego oscila en un rango de 6898 a 8965 m³ ha⁻¹ por campaña de cultivo (Fabeiro *et al.* 2003).

c. Condiciones edáficas

La betarraga se desarrolla mejor en suelos ligeros de texturas arenosas, francos arenosos, francos limosos con alta materia orgánica, debido que en suelo arcilloso tiende a deformarse la parte comestible y suelos bien drenados y profundos (Casseres, citado por Sopan 2019) con pH de 5.8 a 7.0, tolerante hasta 7.6 limitándose en la producción (Abu-Ellail *et al.* 2019). Además, otros autores coinciden que este cultivo tiene sensibilidad a los suelos que presente pH ácidos menores a 6. Es por ello, que el mejor desarrollo ocurre en suelos que presentes un rango de pH de 6 a 7. Además, a pH superiores a 7 se puede presentar problemas fisiológicos debido a la deficiencia de boro y manganeso (Valadez, citado por Sopan 2019).

2.2.11. Manejo agronómico del cultivo de betarraga

a. Preparación del terreno

Se realiza la preparación del terreno hasta 25 y 30 cm de profundidad para permitir una buena aireación y, mediante el pase de rastra por 2 o 3 veces se busca tener suelos bien mullidos sin terrones con la finalidad que facilite una emergencia optima de las diminutas semillas (FDA, citado por Morocho 2019).

b. Siembra

La labor de siembra se puede realizar de forma indirecta cuando la plántula tiene de 3 a 4 hojas verdaderas, pero lo más común es instalar de manera directa. Los distanciamientos en siembras comerciales se pueden optar desde 45 a 90 cm entre surcos y entre plantas de 10 a 15 cm, utilizando de 8 a 12 kg ha⁻¹ (INIA, 2014) con densidades que pueden superar las 180 mil plantas ha⁻¹, con distancias entre líneas de 35 a 40 cm o distancias de 40 a 60 cm y de 10 a 15 cm entre plantas por hilera (FDA, citado por Morocho 2019).

c. Control de malezas

Se debe realizar antes que ingrese a competir con el cultivo por la luz, solución nutritiva y cause efectos adversos en el crecimiento de la planta. Además, las hierbas indeseables permiten el incremento de insectos plaga con poblaciones que sobrepasan el nivel de daño económico superiores al costo de medidas de control aplicados. Para realizar estas labores se puede efectuar de forma manual, mecánico o químico (Labrada, 2004).

d. Riego

Se realiza riegos en intervalos de 7 a 10 días durante las primeras fases de desarrollo del cultivo y cada 10 a 15 días en las etapas posteriores. Además, los riegos se restringirán días cercanos a la cosecha con la finalidad de tener raíces libres de restos de tierra (INIA, 2014).

e. Fertilización

La betarraga para producir una tonelada de raíces extrae aproximadamente 2.5 kg de nitrógeno (N), 1 kg de fósforo (P₂O₅) y 5 kg de potasio (K₂O), más la extracción por el follaje, implica cantidades importantes de macronutrientes para la reposición al suelo y mantenga el equilibrio de nutrientes. Además, como recomendación general, recomienda aplicar dosis de 100-180 kg de nitrógeno (N), de 80-100 kg fósforo (P₂O₅) y de 150-200 kg de potasio (K₂O) (Maroto, citado por Sopan 2019). INIA

Por otra parte, para Cristenson y Draycott (2007), la aplicación de fertilizantes varía de acuerdo al lugar, para el continente europeo la dosis utilizada registra a base de nitrógeno (N)

entre 100 y 200, para fósforo (P_2O_5) entre 65 y 160 y para potasio (K_2O) oscila entre 40 y 290; en EUA la dosis utilizada de N- P_2O_5 - K_2O es de 85-65-15; Japón utiliza dosis de N- P_2O_5 - K_2O 171-315-160, más cantidad de fósforo, variabilidad que puede atribuirse a las condiciones edafoclimáticas.

f. Cosecha

La cosecha de la raíz se realiza pasado los 100 o 125 días después de la siembra cuando las hojas basales se tornen de color amarillento y las raíces presentaran diámetros de 4.5 a 8 cm. Esta labor es variada, puesto que la maduración de la betarraga es dependiente de las condiciones edafoclimáticas (Morocho, 2019).

Por otra parte, se reporta que la cosecha de raíz se inicia cuanto alcance diámetros de 6 a 8 cm, transcurridos 70 a 90 días después de la emergencia en siembra de primavera, y de 90 a 110 días en siembra de otoño. Sin embargo, se deja de 20 a 30 días las plantas más pequeñas con la finalidad de permitir el crecimiento de las raíces (INTA, 2008).

g. Rendimiento

Los rendimientos son relacionados de acuerdo a las formas que presenten las raíces, varían entre 25 y 30 t ha⁻¹ para betarragas redondas y de 35 a 50 t ha⁻¹ para variedades de forma alargadas (Maroto, citado por Sopan, 2019). Para el cultivar “Early Wonder Tall Top”, semi-precoz, raíz redonda y follaje alargado, INIA (2004) indica que el rendimiento promedio fluctúa alrededor de 32 t ha⁻¹ con peso promedio de raíz de 0.27 kg.

Por otra parte, Quintero (2006) señala que el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) puede estar entre un rango que va de 25 a 30 t ha⁻¹ con valores preferenciales de mercado de 200 a 300 g de peso de raíz; no obstante, el incremento de la producción estaría en función del tiempo de permanencia en la chacra, debido al desarrollo radicular.

2.2.12. Variedades botánicas

La betarraga es una hortaliza que comprende tres tipos, tales como azucarera, forrajera y de mesa, con preferencia en Latinoamérica, especialmente en Perú por la producción de

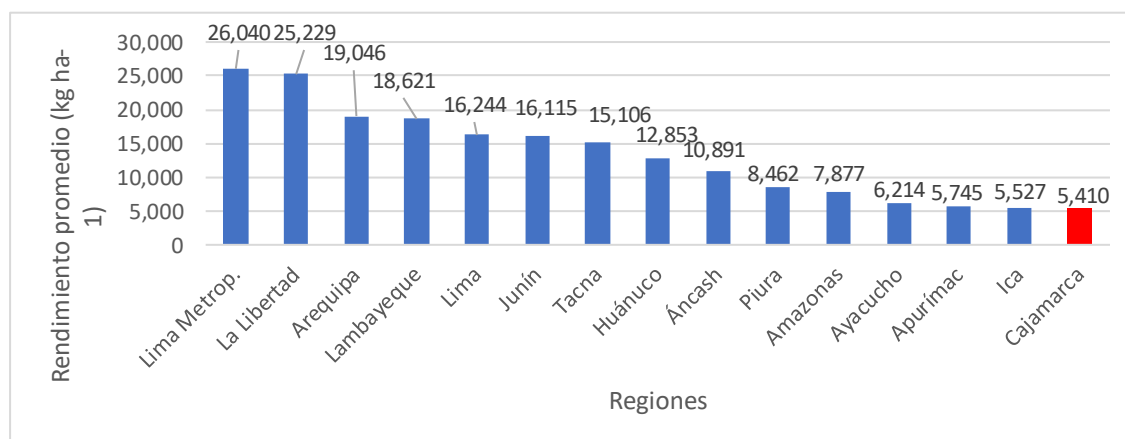
betarraga de mesa (INIA, 2004 y Frese et al, 2001). Sin embargo, otros autores lo agrupan dentro de la especie *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* a cuatro variedades diferenciadas por su uso (Abu-Ellail et al., 2021):

- *Beta vulgaris* Subsp. *vulgaris* var. *Cycla*. Se caracteriza por presentar hojas con peciolo alargados carnosos y de color blanco.
- *Beta vulgaris* Subsp. *vulgaris* var. *Conditiva*. Conocida como remolacha de mesa, presenta su raíz carnosa de color rojo oscuro por sus pigmentos betalainicos. Según Tridge (2020) se cultiva principalmente en toda Europa, Norteamérica y China.
- *Beta vulgaris* Subsp. *Vulgaris* var. *alba*. Es conocido como remolacha forrajera y aprovechado por el contenido de sacarosa en la raíz gruesa carnosa. Según Dairynz (2020) es producida en el Norte de Europa y Nueva Zelanda para alimentación de ganado.
- *Beta vulgaris* Subsp. *vulgaris* var. *altissima*. Conocida en la industria como remolacha azucarera obtenida por selección de la var. *alba* y valorada por su alto contenido de sacarosa en la raíz. Esta variedad, según Knoema (2021) indica que es producida en los países de Francia, Rusia, Alemania y Estados Unidos.

2.2.13. Rendimiento nacional de betarraga (*Beta vulgaris* L.)

Figura 1

Reporte del rendimiento promedio de beterraga (*Beta vulgaris* L.) por regiones.



Nota: MIDAGRI (2021)

Los países de mayor producción de betarraga se encuentran en Asia, Europa y América del Norte (Chhikara *et al.*, 2019). Sin embargo, centrándose en Latinoamérica especialmente en Perú se tiene el registro de producción a nivel regional como se observa en la figura 1 (MIDAGRI, 2021).

Según MIDAGRI (2021) en la figura 1, muestra el rendimiento promedio por hectárea, siendo Lima Metropolitana la región que ocupó el primer lugar con 26 040 kg ha⁻¹, seguido de la Libertad y Arequipa con 25 229 t ha⁻¹ y 19 046 t ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo, Cajamarca se ubicó en el último lugar con rendimiento de 5 410 kg ha⁻¹.

2.2.14. Definición de términos básicos

Abono orgánico. Es un producto estabilizado obtenido, por proceso natural, de la descomposición de la materia orgánica accionada por microorganismos en ambientes aeróbicos o anaeróbicos (Ramos y Terry, 2014).

Ácidos fúlvicos. Es componente de las sustancias húmicas de bajo peso molecular, con contenido de diversos ácidos orgánicos solubles en condiciones alcalinas y acidas, y grupos funcionales carboxílicos y fenólicos. (Yao *et al.* 2021).

Ácidos húmicos. Corresponden a una de las macromoléculas que conforman las denominadas sustancias húmicas de la materia orgánica; tienden a ser solubles en pH alcalinos y medianamente solubles en agua, pero insolubles en ambientes ácidos, debido a que en su estructura existen partes hidrofílicas con grupo OH y secciones hidrofóbicas con cadenas alifáticas y anillos aromáticos, características que lo diferencian de los ácidos fúlvicos y huminas. Además, se componen de ácidos carboxílicos y grupos fenólicos en mayor proporción (Gomes *et al.* 2016).

Betalainas. son compuestos nitrogenados derivados de la hidroxilación de la tirosina y sintetizados por la condensación del ácido betalámico. Además, en su composición se encuentran la betacianinas de color rojo-violeta, con contenido de residuo de ciclo-dihidro xifenilalanina (ciclo-DOPA) que envuelven en su estructura la betanina, isobetanina y

neobetanina y las betaxantinas con colores de amarilla a anaranjadas con presencia de aminoácidos y aminos (Azeredo, 2009 y Rodríguez-Amaya, 2019).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC). La CIC es la estimación de las cargas negativas adyacentes a la superficie de los coloides inorgánicos (arcilla, óxidos de Fe, Al y alofano) y coloides orgánicos (humus), que bajo fuerzas electrostáticas presentes en su estructura retienen cationes de cambio, tales como calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio (Pérez *et al.* 2017; FAO 2021).

Capacidad tampón (CT). Se entiende por CT del suelo a la resistencia que tiene el suelo para ser modificado en una unidad de pH por acción de elementos ácidos o básicos. Además, esta propiedad está estrechamente relacionada con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), alta CIC significaría alta CT (Havlin *et al.* 2017).

Densidad aparente (Da). Se refiere a la relación existente entre la masa del suelo por el volumen total de sólidos del suelo (g cm^{-3}), ofrece conocer el grado de compactación por efectos antrópicos y su influencia en el desarrollo de las raíces (Alvarado y Forsythe, 2011).

Humificación. El proceso de humificación implica la transformación que sufren residuos de vegetales y animales mediante reacciones bioquímicas hasta la obtención de moléculas heterogéneas y complejas denominadas sustancias húmicas (Zaccone *et al.* 2018).

Humus. Son macromoléculas orgánicas, caracterizado por su grado de heterogeneidad y presentar colores oscuros, producidas por descomposición bioquímica, síntesis microbiana, reacciones de polimerización y condensación en la humificación de la materia orgánica. Está compuesto por ácidos fúlvicos que son solubles en agua y ácidos húmicos solubles en medios neutros a alcalinos (Klucáková y Pekar, 2005).

Materia orgánica (MO). Es una integración heterogénea de restos vegetales y animales en diversos estados de descomposición, de biomasa microbiana y productos sintetizados por efectos microbiológicos y reacciones químicas (Schnitzer, 1991).

Mineralización. Es un proceso bioquímico accionado por microorganismos que, adquieren energía por el rompimiento de los enlaces de macromoléculas orgánicas complejas, producen metabolitos enzimáticos encargados de transformar en moléculas orgánicas de bajo peso molecular. Esta transformación, posteriormente por reacciones químicas de oxidación e hidrolisis, evolucionaran a compuestos inorgánicos (Monsalve *et al.* 2017).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del campo experimental

La investigación se desarrolló en el Centro Experimental fundo “La Victoria”, campo agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) con extensión de 56.64 ha. Este lugar se encuentra ubicada en el distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca de la Región Cajamarca con coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) 781105.33Este y 9204137.95Norte en Zona 17 S, a una altitud de 2630 m.s.n.m., según clasificación de zonas de vida de Holdrige pertenece a un Bosque seco- Montano bajo tropical (BS-MBT), de clima templado con temperaturas máximas 21 °C y mínimas de 7 °C, humedad promedio 65 % y precipitación promedio de 6.20 mm por día.

Figura 2

Mapa de localización del campo experimental

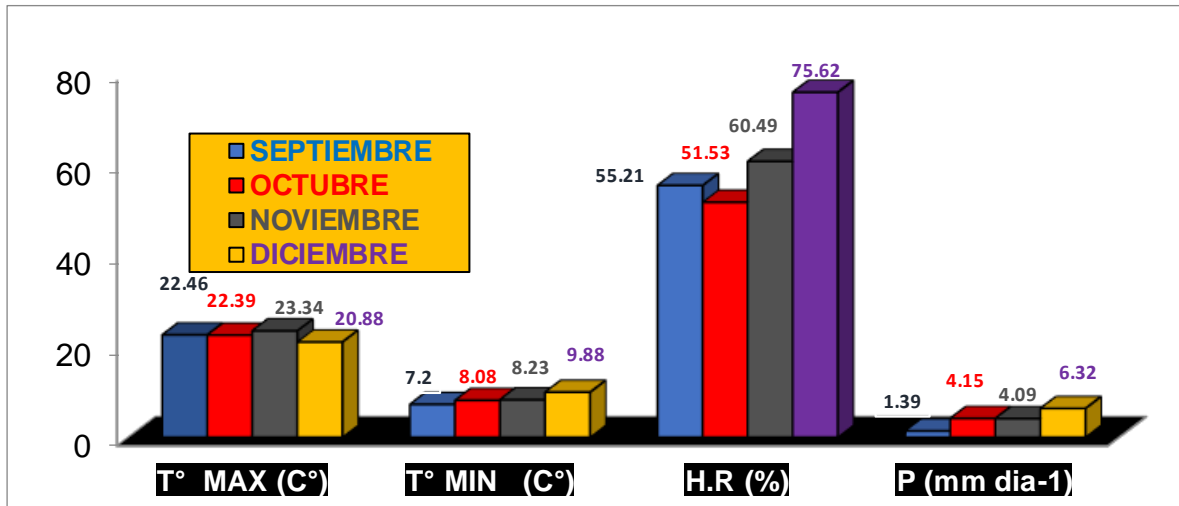


3.2. Datos climáticos de la estación: “Augusto Weberbauer”

En la figura 3 se muestra la temperatura máxima y mínima, humedad relativa y la precipitación durante septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Figura 3

Datos climáticos - SENAMHI /DRD / Estación: Augusto Weberbauer



Nota: SENAMHI /DRD / Estación: Augusto Weberbauer, (2020)

3.3. Materiales

3.3.1. Material biológico.

- Semilla de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Variedad Early Wonder.
- Guano de isla.
- Humus de lombriz.

3.3.2. Material de laboratorio

- Balanza analítica de precisión
- Vernier o pata de rey
- Reglas graduadas
- Estufa o horno
- Cámara fotográfica
- Computadora

3.3.3. Material de campo

- Adherente
- Pico
- Baldes
- Costales
- Estacas
- Motobomba (1.5 Hp)
- Letreros
- Rafia
- Bolsas de polietileno
- Libreta de campo

3.3.4. Material de escritorio

- Papel bond A4
- Lapiceros y lápices
- Regla
- Laptop
- Impresora

3.4. Metodología

3.4.1. Diseño Experimental

Se utilizó el método estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres Bloques, cuatro repeticiones y un testigo, con un total de quince unidades experimentales.

3.4.2 Modelo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \mathcal{E}_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}: Unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j.

μ: Media de la población

β_j : Efecto del j-esimo Bloque

α_i : Efecto del j-esimo Tratamiento

E_{ij} : Efecto de la unidad experimental en el j-ésimo bloque que este sujeto al i-ésimo tratamiento (expresa el error del experimento)

Tabla 3

Análisis de varianza diseño bloque completamente al azar

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
tratamientos	t-1	SC _{Trat}	SC _{Trat} /t-1	CM _{Trat} / CM _{Error}
bloques	b-1	SC _{Bloq}	SC _{Bloq} /b-1	
Error	(t-1)(b-1)	SC _{Error}	SC _{Error} /(b-1)(t-1)	
Total	bt - 1	$\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y})^2$		

3.4.3. Parámetros

a. Variables independientes

- Dosis de Guano de Isla
- Dosis de Humus de Lombriz

b. Variables dependientes

- Rendimiento (kg ha⁻¹)
- Altura de planta (cm)
- Longitud de raíz (cm)
- Diámetro de la raíz (cm)
- Materia seca (%)

3.4.4. Descripción de los tratamientos

Tabla 4

Dosis de abono en cada unidad experimental

Tratamiento	Clave	Descripción
Tratamiento 01	T1	Sin aplicación de abonos
Tratamiento 02	T2	2 t ha ⁻¹ de Guano de isla (GI)
Tratamiento 03	T3	4 t ha ⁻¹ de Guano de isla (GI)
Tratamiento 04	T4	2 t ha ⁻¹ de Humus de lombriz (HL)
Tratamiento 05	T5	4 t ha ⁻¹ de Humus de lombriz (HL)

3.4.5. Dimensiones del campo experimental

a. Bloques

- Número: 3.0 m
- Largo: 17.0 m
- Ancho: 3.0 m
- Área de bloque: 51.0 m²
- Área total de bloques: 153.0 m²

b. Tratamientos

- Número por tratamientos: 5.0 m
- Largo: 3.0 m
- Ancho: 3.0 m
- Área de tratamiento: 9.0 m²
- Área total de tratamientos: 135.0 m²

c. Calles dentro de tratamientos:

- Área total de las calles: 22.0 m²

d. Calles dentro de bloques:

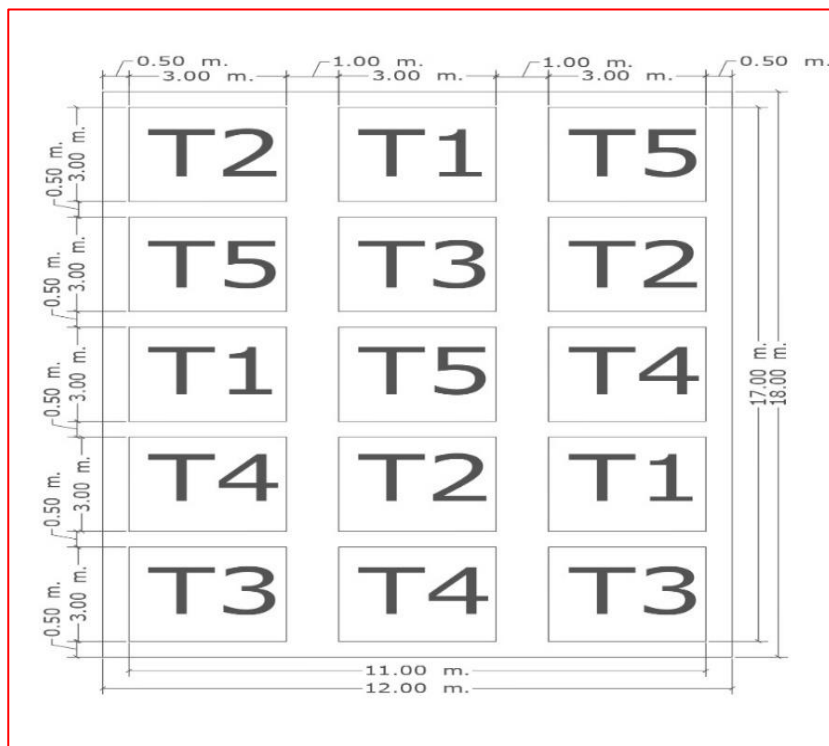
- Área total de las calles: 51.0 m²

d. Áreas neta y total del experimento

- Área neta del experimento: 187.00 m²
- Área total del experimento: 216.00 m²

3.4.6. Diseño del campo experimental

Figura 4 Distribución de tratamientos mediante el diseño de bloques completamente al azar (DBCA)



3.4.7. Conducción del Experimento

a. Muestreo de suelos

Se realizó el 16 de julio del 2020 en el área asignada para la investigación. Se tomó cinco puntos en forma de zigzag y se cabo hoyos de 30 cm con la ayuda de una pala, de cada hoyo se recolecto una muestra significativa en peso para luego ser homogenizada y obtener la cantidad de 1.0 kg. Esta muestra fue enviada al laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para la obtención de un análisis de caracterización del suelo.

b. Análisis de caracterización del suelo

El análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del departamento de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú.

Tabla 5

Análisis físico-químico del suelo

pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC Meq/100g
						Arena %	Limo %	Arcilla %		
7.32	0.17	0.00	6.14	12.8	117	60	14	26	Fr.Ar.A	14.72
Cationes Cambiables										
Ca ⁺²	Mg ⁺²	k ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	Suma de Cationes	Suma de bases	% de Sat. de bases			
13.21	1.07	0.31	0.14	0.00	14.72	14.72	100			

Nota: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes- UNALM

c. Análisis de abonos orgánicos

En este proyecto de investigación se utilizaron dos tipos de abonos orgánicos guano de isla y humus de lombriz; la cantidad de abono que se necesitó fue 16.2 kg de guano de isla y 16.2 kg de humus de lombriz que fueron distribuidos de acuerdo a la dosificación de cada tratamiento.

El guano de isla se obtuvo del centro autorizado Agro Rural, unidad adscrita a la entidad del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del estado peruano y el humus de lombriz del área de abonos orgánicos del centro experimental “La Victoria”.

Los análisis de guano de isla y humus de lombriz se realizaron el 06 de marzo del 2020 y 24 de febrero del 2020 respectivamente. De ambos abonos orgánicos se extrajeron y pesaron muestras de 1.0 kg, y enviadas al laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina con la finalidad de disponer un informe del análisis de materia orgánica.

Tabla 6*Datos del análisis del abono guano de isla*

pH	C.E	M.O	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	Hd	Na
6.61	59.40 Ds/m	15.09%	5.94%	3.73%	3.28%	9,80%	0.80%	10.97%	1.53%

*Nota: UNALM – Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes***Tabla 7***Datos del análisis del abono humus de lombriz*

Ph	C.E	M.O	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	Hd	Na
7.5	5.22 Ds/m	59.90%	1.90%	1.61%	4.88%	3.81%	0.95%	38.43%	0.17%

*Nota: UNALM – Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes***d. Preparación del Terreno**

La preparación del terreno se realizó del 01 de septiembre del 2020, con un tractor agrícola de tres discos; el cual elaboró trabajos de aradura, cruza, rastra y surcado empleado un total de dos horas máquina. Luego, se complementó la nivelación del terreno con trabajos manuales, utilizando un rastrillo agrícola para la eliminación de terrones grandes, plantas indeseables y basura que quedo en el campo experimental.

e. Delimitación del campo experimental

Se realizó teniendo en cuenta un área neta de 187.00 m² para ser distribuidos en tres bloques y cinco unidades experimentales por bloque, las dimensiones de calles entre bloques y calles entre tratamientos siguen las características del croquis del experimento. En cada punto del vértice de cada unidad experimental se plantó estacas de 50 cm y se las delimito con rafia para así tener una mejor distribución de las unidades experimentales por bloque. También se delimitó un área limite a 0.50 m de cada esquina del área neta que sirve como

borde de protección, se delimito con alambre de púa para evitar el ingreso de animales que puedan dañar el experimento.

f. Adquisición de semilla certificada

La semilla de betarraga variedad Early Wonder garantizada por la empresa Hortus importada de Estados Unidos de América en una presentación de 400 gr con características, como porcentaje de germinación al 85.00%, humedad 6 % y pureza del 99.90 %.

g. Abonamiento

Esta labor se efectuó en forma manual y a chorro continuó en el fondo de cada surco. Se aplicaron dosis de 2 y 4 t ha⁻¹ de guano de isla y por tratamiento correspondió a cantidades de 1.8 y 3.6 kg, las mismas cantidades se incorporaron a los tratamientos que se investigó con humus de lombriz.

h. Siembra

Se realizó el 10 de septiembre del 2020 de forma manual y directa en distanciamientos de 50 cm entre hileras y 15 cm entre planta, haciendo un total de 5 surcos, 6 hileras cada una con 20 plantas y 120 plantas por cada unidad experimental. La cantidad de semilla utilizada en cada unidad experimental fue de 10.8 gr y se distribuyó a tres semillas por golpe a una profundidad de dos centímetros.

i. Deshierbo

Se realizó antes del deshierbo, el 29 de septiembre de 2020, 20 días después de la siembra, dejando la planta más vigorosa y con características agronómicas deseables en el surco. Esta selección permite que la raíz tenga espacio para su desarrollo.

j. Deshierbo

El deshierbo se realizó el 05 de octubre del 2020 exactamente a 26 días después de la siembra, de forma manual y superficial en toda la duración del experimento. Esta labor permite una mejor aireación del suelo, evita la competencia por nutrientes con las hierbas indeseables.

k. Aporque

Esta labor cultural se realizó el 24 de octubre del 2020, por medio de una lampa pequeña se incorporó tierra a cada planta con la finalidad de permitir el engrosamiento de la raíz.

l. Riego

Se realizaron teniendo en cuenta las necesidades hídricas del cultivo en cada fase fenológica, tratando de tener el suelo en una óptima capacidad de campo, para ello se utilizó una motobomba de 1.5 Hp de potencia. Los primeros riegos fueron Inter diarios hasta la emergencia del cultivo (14 DDS) en forma ligera para evitar el arrastre de las semillas. Posteriormente, se realizaron riegos cada cuatro días hasta el momento de la cosecha.

m. Cosecha

Se realizó de forma manual el 11 de diciembre del 2020 exactamente a 92 días después de la siembra. Extraído la raíz se procedió a cortar las hojas pecioladas dejando 1 cm de peciolo por sobre la corona para ralentizar la deshidratación y alargar la vida útil en almacenamiento.

3.4.8. Evaluación de parámetros

a. Altura de Planta (cm)

Se seleccionaron cinco plantas al azar en cada unidad experimental y con una cinta métrica se midió la altura (cm) desde la base de la planta (superficie del suelo) hasta la parte apical de las hojas y se sumaron y promediaron los datos con la finalidad de obtener un dato representativo.

b. Longitud de la raíz (cm)

Se evaluaron cinco plantas al azar de cada unidad experimental y cada raíz fue medida con un vernier manual (cm) la parte longitudinal de la raíz; todos los datos se promediaron con el objetivo de tener un valor final.

c. Diámetro de la raíz (cm)

Se extrajeron cinco plantas al azar de cada unidad experimental y cada raíz fue medida (cm) con un vernier manual la parte ecuatorial; los datos se sumaron y promediaron para obtener.

e. Materia seca (kg ha⁻¹)

Se extrajeron raíces de cada tratamiento y fueron cortadas en rodajas delgadas; se pesaron 100 gramos y se sometió por 24 horas en una estufa a 105 °C para la obtención del rendimiento de materia seca mediante la siguiente fórmula:

f. Rendimiento (kg ha⁻¹)

Se extrajeron plantas de un 1m² del centro de cada tratamiento y cortaron las hojas por sobre la corona de la raíz y utilizando una balanza se determinó el peso de las raíces. Este procedimiento se realizó en los tres bloques con la finalidad de determinar el rendimiento por hectárea.

g. Análisis económico

Los costos de producción se realizaron en base a las labores agrícolas que se ejecutaron durante el presente trabajo de investigación; se consideró costos directos y costos indirectos los cuales varían de acuerdo a la dosificación por tratamiento. Para el análisis de valorización de cosecha y obtener el valor bruto de producción en (S/.), se consideró el rendimiento (kg ha⁻¹) y el precio unitario de venta (S/. kg⁻¹).

En el análisis de distribución de la producción para obtener la utilidad neta (S/.) se consideró las pérdidas y mermas de producción (%) y una producción vendida al 95%. Y en el análisis económico se determinó los índices de rentabilidad financiera, rentabilidad neta y la relación beneficio/costo (BC) de cada tratamiento.

El análisis de rentabilidad se determinó mediante la estimación de los costos de producción en función a los costos directos (mano de obra, maquinaria, insumos y gastos generales) e indirectos (costos financieros), todos los cálculos se proyectaron para realizarlos

en una superficie de una hectárea en todos los tratamientos evaluados y teniendo en el sistema integrado de estadística agraria con respecto al cultivo de betarraga.

Para el análisis económico se realizó con los siguientes indicadores:

Costo Total de la Producción = Costos Directos + Costos Indirectos

Valor Bruto de la Producción = Rendimiento (kg ha⁻¹) x Precio Unitario S/.

Producción vendida (95%) = Rendimiento x Precio Unitario S/.

Utilidad Neta Estimada = Producción vendida (95%) - Costo Total de Producción.

Utilidad Bruta de Producción = Valor Bruto de Prod. - Costo Total de Producción.

Índice de rentabilidad = (Utilidad Neta Estimada) / (Costo Total de Producción) x 100

Relación Costo/Beneficio = (Valor Bruto de producción) / (Costo Total de Producción)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza (ANOVA) de cada variable en estudio

4.1.1. Rendimiento ($kg\ ha^{-1}$)

En la tabla 8, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento en ($kg\ ha^{-1}$) del cultivo de betarraga, con alta significación estadística en tratamientos, dado que el valor de significación p-valor (0,0001) es menor al 0.05 (5%), por lo que se concluye que las medias de los tratamientos difieren, es decir las diferentes dosis de humus de lombriz y guano de isla en los tratamientos afectan de manera significativa al rendimiento del cultivo. El coeficiente de variación para la evaluación con resultado de 3.77 %, demuestra confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el experimento.

Tabla 8

*Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento ($kg\ ha^{-1}$) en betarraga (*Beta vulgaris*)*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros medios	F Calculado	P- valor
Bloques	2	10348943.33	5174471.67	2.99	0.1069 NS
Tratamiento	4	300917116.27	75229279.07	43.54	0.0001 **
Error	8	13822879.33	1727859.92		
Total	14	325088938.93			

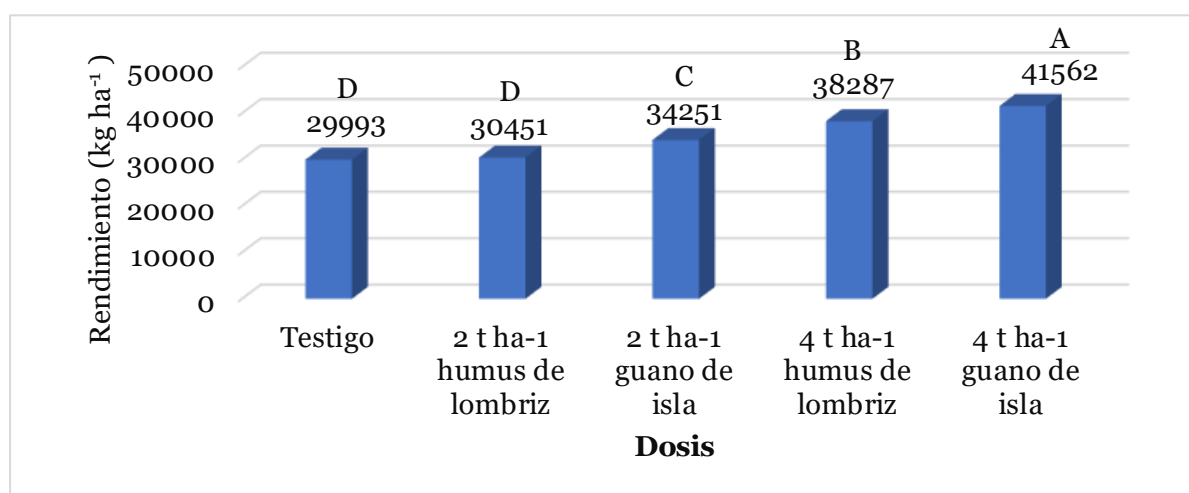
NS = No significativo; ** = Altamente significativo

Según la figura 5, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, se observó que el mayor rendimiento obtenido fue para el tratamiento aplicado dosis de 4 t ha^{-1} de guano de isla (grupo A) con una producción de 41, 562 $kg\ ha^{-1}$, seguido por el tratamiento con dosis

4 t ha⁻¹ de humus de lombriz (grupo B) con rendimiento de 38, 287 kg ha⁻¹, con una diferencia entre estos de 3, 275 kg, siendo estadísticamente superiores al resto. Por otra parte, los tratamientos estadísticamente iguales fueron para el tratamiento aplicado 2 t ha⁻¹ de guano de isla y el testigo (grupo D) con rendimientos de 30, 451 kg ha⁻¹ y 29, 993 kg ha⁻¹ respectivamente.

Figura 5

Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el rendimiento del cultivo de betarraga (Beta vulgaris L.)



El mayor resultado de la presente investigación (Figura 5) fue superior a los reportados por Cahuaza (2015), quien señala que la betarraga (*Beta vulgaris* L.) var. Early wonder, mediante aplicaciones de gallinaza y ceniza de madera, obtuvo rendimientos entre 21, 861 t ha⁻¹ y 22, 571 kg ha⁻¹. Estos resultados pueden deberse a la diferencia de nutrientes disponibles respecto al guano de isla. De la misma manera, es superior a la investigación realizada por Huanca y Blanco (2019) a 3789 msnm, donde señala que el cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) por efecto de humus de lombriz obtuvo 12, 700 kg ha⁻¹ y a base de compost enriquecido con guano de isla obtuvo 23, 200 kg ha⁻¹, esta inferioridad puede ser debido a la influencia edafoclimática del lugar, puesto que, según Samach & Wigge (2005) la mayor parte de cultivos o plantas son sensibles al efecto de temperaturas extremas, sea altas o bajas, el cual ocasiona una disminución en la absorción de los nutrientes. Además, fue superior a lo reportado por MINAGRI (2019), quien señala que el cultivo de betarraga en el departamento de Cajamarca

tiene un rendimiento promedio de 5, 593 kg ha⁻¹, considerando a la región con el rendimiento más bajo a nivel nacional, esto puede deberse al inadecuado manejo agronómico por parte de los agricultores.

Sin embargo, los resultados de la presente investigación resulto ser inferior al trabajo realizado por morocho (2019), trabajo realizado bajo riego por goteo (12 mm), quien obtuvo un rendimiento de 45, 490 t ha⁻¹, esta superioridad puede deberse al manejo agronómico del cultivo, es decir, debido a la mayor eficiencia del riego por goteo respecto al riego tradicional.

Por tanto, el incremento del rendimiento aplicando abonos orgánicos (figura 5) se debe, según señala López (2001), al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas y, a su vez, al incremento del desarrollo de las raíces. Por otra parte, Vinicio (2002) recalca que los abonos orgánicos ayudan a incrementar los niveles de rendimiento agrícola. No obstante, el mayor rendimiento obtenido con guano de isla comparado con humus de lombriz en la presente investigación, puede atribuirse a lo indicado por el Ministerio de Agricultura y Riego (2011), quien señala que el guano de isla tiene mayor cantidad de nitrógeno y fosforo (N-P₂O₅: 10-14%, 10-12%) y disponibilidad alta (N-P₂O₅: 35%, 56%), frente al humus de lombriz que, según Acevedo y Pire (2004), tiene bajo porcentaje de los principales elementos nutritivos (N-P₂O₅-K₂O: 2%,0.70%, 0.98%).

4.1.2 Altura de planta (cm)

En la tabla 9, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.), donde indica una alta significación estadística en los tratamientos, dado que el valor de significación p-valor (0,0001) es menor al 0.05 (5%), por lo que se concluyó que la altura de las plantas de los tratamientos difieren, es decir las diferentes dosis de humus de lombriz y guano de isla en los tratamientos afectaron el crecimiento de la planta de betarraga (*Beta vulgaris* L.). Además, con el coeficiente de variación de 2.38%, demuestra confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el experimento.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de la planta en betarraga (Beta vulgaris L.)

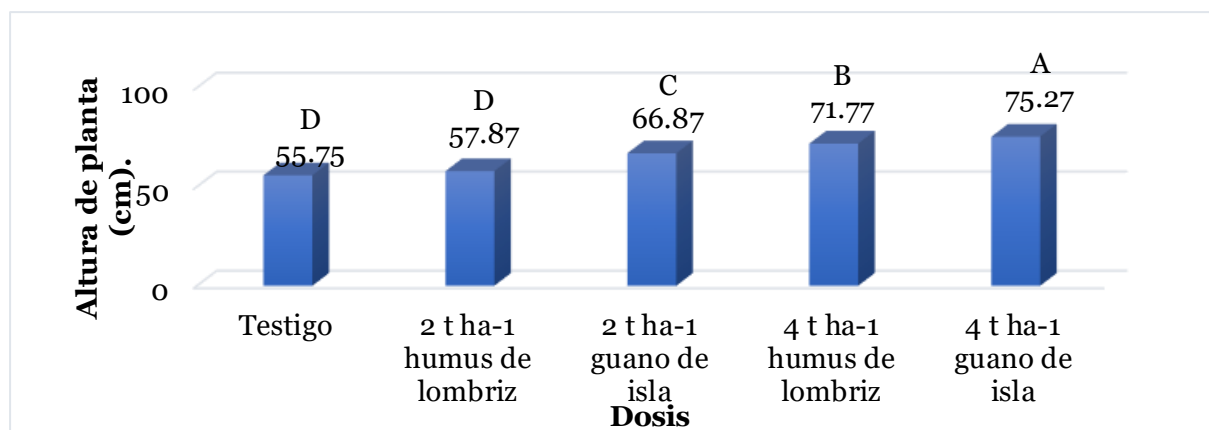
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros medios	F Calculado	P- valor
Bloques	2	6.75	3.37	0.55	0.3049 NS
Tratamiento	4	868.60	2.17.15	56.99	0.0001 **
Error	8	19.51	2.44		
Total	14	762.06			

NS = No significativo; ** = Altamente Significativo

En la figura 6, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que el mayor resultado en altura de planta (cm) se obtuvo con dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla (grupo A) con 75.27 cm, seguido con la dosis de 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz (grupo B) con 71.77 cm, siendo estadísticamente superiores al resto, quedando con menor altura el tratamiento con dosis de 2 t ha⁻¹ y el testigo, estadísticamente iguales (grupo D), pero con inferioridad numérica al tratamiento testigo.

Figura 6

Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad altura de la planta en el cultivo de betarraga (Beta vulgaris L.)



Estos resultados de la figura 6 son superiores a trabajos realizados por Huanca y blanco (2019), en la Universidad Mayor San Andrés de Patacamaya – Bolivia (altitud 3789 msnm) donde mostraron las mayores medias estadísticas en altura de planta de betarraga con dosis de 12 kg m⁻² de compost a base de guano de isla con una altura promedio de 14.35 cm y 12 kg m⁻² de humus de lombriz con una altura promedio de 9.87 cm. Esta diferencia abismal, puede deberse a la variabilidad de las condiciones edafoclimáticas y altitudinales del lugar, puesto que para Terra et al. (2015), señala que a mayor altitud hay influencias negativas en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo repercutiendo en la fisiología de las plantas. Además, es superior a lo reportando por Quispe (2023), quien trabajo con dosis entre macro – micronutrientes y abonos orgánicos en betarraga (*Beta vulgaris* L.), concluyendo en su investigación la mayor altura de la planta de 39.25 cm.

Por otra parte, la mayor altitud (figura 6) puede deberse al diferente porcentaje existente en los abonos orgánicos, siendo el guano de isla, frente al humus de lombriz, el que más cantidad de nutrientes disponibles tiene. Es por ello que, el guano de isla, con mayor porcentaje de nitrógeno, presento mayor altura de planta, siendo este elemento (N) para Maddonni y Otegui (2004) el responsable principal del crecimiento vegetativo de las plantas.

4.1.3. Longitud de raíz (cm)

En la tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para longitud de raíz del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.), donde se muestra una alta significación estadística en tratamientos, dado que el valor de significación p-valor (0,0001) es menor al 0.05 (5%), por lo que se concluyó que las medias de los tratamientos difieren, es decir las diferentes dosis de humus de lombriz y guano de isla en los tratamientos afectaron el desarrollo de la longitud de raíz en el cultivo.

Referente al coeficiente de variación para la evaluación (CV) fue de 2.17 %, el cual demuestra confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el experimento.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz en betarraga (Beta vulgaris L.)

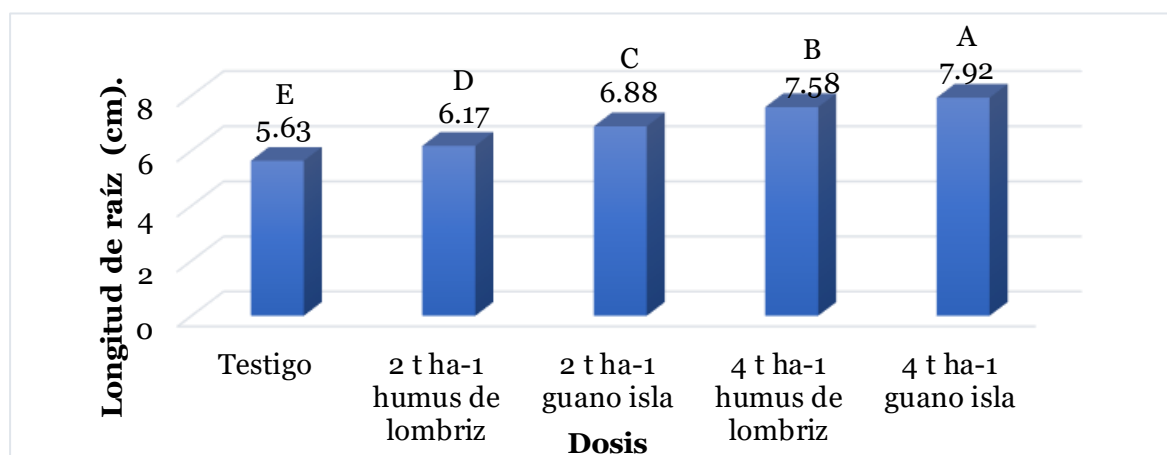
Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros medios	F Calculado	P-valor
Bloques	2	0.02	0.01	0.55	0.5982 NS
Tratamiento	4	10.9	2.73	124.08	0.0001 **
Error	8	0.18	0.02		
Total	14	11.1			

NS = No significativo; ** = Altamente significativo

Según la figura 7, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, se observa que las mayores medias en la longitud de raíz se obtuvieron con las dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla y 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz, cuyas medias fueron de 7.92 cm y 7.58 cm respectivamente (grupo A y B), siendo estadísticamente superiores al resto. Las dosis de 2 t ha⁻¹ de guano de isla y 2 t ha⁻¹ de humus de lombriz obtuvieron medias estadísticas de 6.88 cm y 6.17 cm respectivamente en longitud de raíz (grupo C y D). El testigo obtuvo la menor media en longitud de raíz con un promedio de 5.63 cm.

Figura 7

Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para la longitud de raíz en betarraga (Beta vulgaris L.).



Según la figura 7, se puede apreciar, a medida que se aumenta la dosis de humus de lombriz y guano de isla, las medias estadísticas de la variable longitud de raíz incrementa. Por tanto, el efecto de guano de isla (4 t ha^{-1}) corrobora superioridad al resultado de la investigación de Torres (2005) en betarraga (*Beta vulgaris* L.), realizada en la Universidad Mayor de San Andrés en la facultad de Agronomía en la ciudad de La Paz – Bolivia donde determinó que la longitud de raíz fue de 6.78 cm para la variedad Early Wonder, esta inferioridad puede atribuirse a la falta de aplicación de abonos orgánicos y a las condiciones edafoclimáticas. Manga (2022) quien trabajo en betarraga (*Beta vulgaris* L.) bajo el efecto de densidad de siembra y abonos orgánicos, señala que el tratamiento sembrado a densidad de $0.40\text{cm} \times 0.25\text{cm}$ bajo el abonamiento de guano de isla obtuvo 10.14cm, mayor a todos los tratamientos. Sin embargo, fue superior a lo reportado por Huamán (2021), quien trabajo la betarraga (*Beta vulgaris* L.) con guano de isla (2 t ha^{-1}) y potasio (180 k ha^{-1}), determinando una altura de 6.18 cm. Esta diferencia puede deberse a la diferentes dosis aplicado de los abonos orgánicos y a las características físico-químicas del suelo.

La superioridad del guano de isla (GI) frente al humus de lombriz (HL) en esta variable de la presente investigación puede deberse al mayor contenido de nitrógeno y fosforo del GI respecto al HL. Esto se sustenta a lo indicado por Razaq *et al.* (2017), quien indica que estos elementos nutricionales son las principales fuentes para el desarrollo radicular.

4.1.4. Diámetro de raíz (cm)

En la tabla 11, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de la raíz de betarraga, el cual reporta alta significación estadística en tratamientos, dado que el valor de significación p-valor (0,0001) es menor al 0.05, por lo que se concluyó que las medias de los tratamientos difieren, es decir, las diferentes dosis de humus de lombriz y guano de isla en los tratamientos han afectado de manera significativa al diámetro de la raíz del cultivo. El coeficiente de variación para la evaluación (CV) fue de 2.23 %, el cual demuestra confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el experimento.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de raíz en betarraga (Beta vulgaris L.)

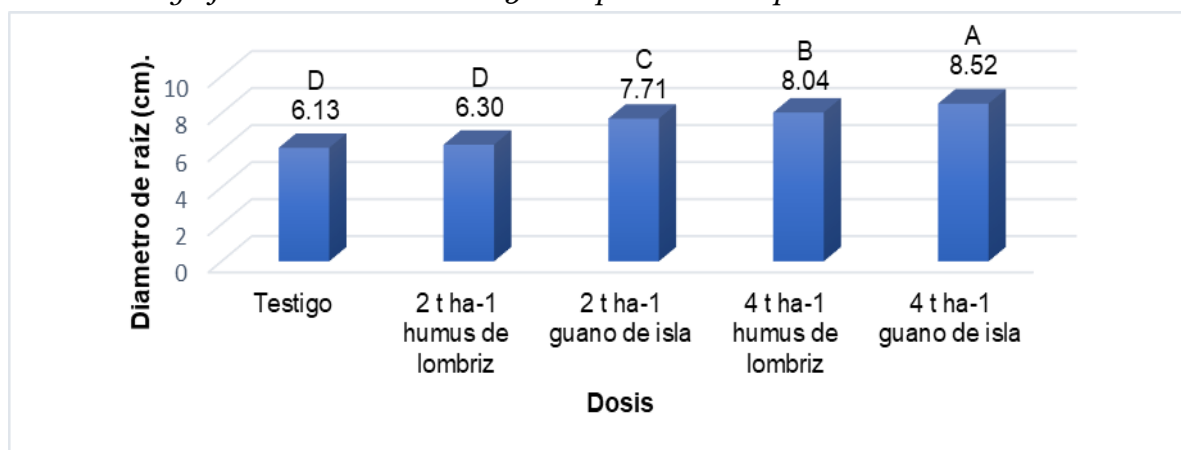
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros medios	F Calculado	P-valor
Bloques	2	0.03	0.02	0.59	0.5774 NS
Tratamiento	4	13.72	3.43	127.97	0.0001 **
Error	8	0.21	0.03		
Total	14	13.97			

NS = No significativo; ** = Altamente significativo

Según la figura 8, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, se observa que el mayor diámetro se obtuvo con las dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla cuya media es de 8.52 cm (grupo A). Las dosis de 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz y 2 t ha⁻¹ de guano de isla obtuvieron medias estadísticas de 8.04 cm y 7.71 cm respectivamente en diámetro de raíz (grupo B y C). El tratamiento con dosis de 2 t ha⁻¹ de humus de lombriz obtuvo una media de 6.30 cm. El menor resultado se obtuvo con el testigo con un promedio de 6.13 cm en el diámetro de la raíz.

Figura 8

Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para diámetro de raíz.



El diámetro de 8.52 cm (figura 8) fue superior a la investigación realizada por Torres (2005) en betarraga (*Beta vulgaris* L.), donde el resultado del diámetro de raíz fue de 5.32 cm con la variedad Early Wonder, esto resultado puede deberse a la variabilidad edafoclimática y falta de abonamiento. Según Huanca y blanco (2019), en su trabajo de investigación demostraron que con aplicación de compost y de humus de lombriz a razón de 12 kg m⁻² obtuvo un diámetro de raíz de 4,41 cm y 4,14 cm respectivamente, inferioridad que puede atribuirse a las condiciones climáticas extremas que presenta el lugar, el cual no permite una buena asimilación de los nutrientes. Así mismo, es superior a lo reportado por Cuenca (2014) quien señala en su investigación, a dosis de biol al 50%, que el diámetro de raíz fue de 7.80 cm, esta diferencia puede deberse a la forma de aplicación, foliar y abonamiento de fondo y a la asimilación de los nutrientes por las plantas, puesto que el abonamiento foliar es complementario a un abonamiento edáfico. Además, fue superior a lo indicado por Huamán (2021) en su investigación en betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo el efecto de fertilización potásica y guano de isla (180 kg ha⁻¹ – 2 t ha⁻¹), quien determinó una altura máxima de 7.01 cm, diferencia estadística que puede deberse a las condiciones físico-químicas del suelo y por factores externos.

4.1.5 Rendimiento de materia seca de la raíz de betarraga (*Beta vulgaris* L.)

Tabla 12

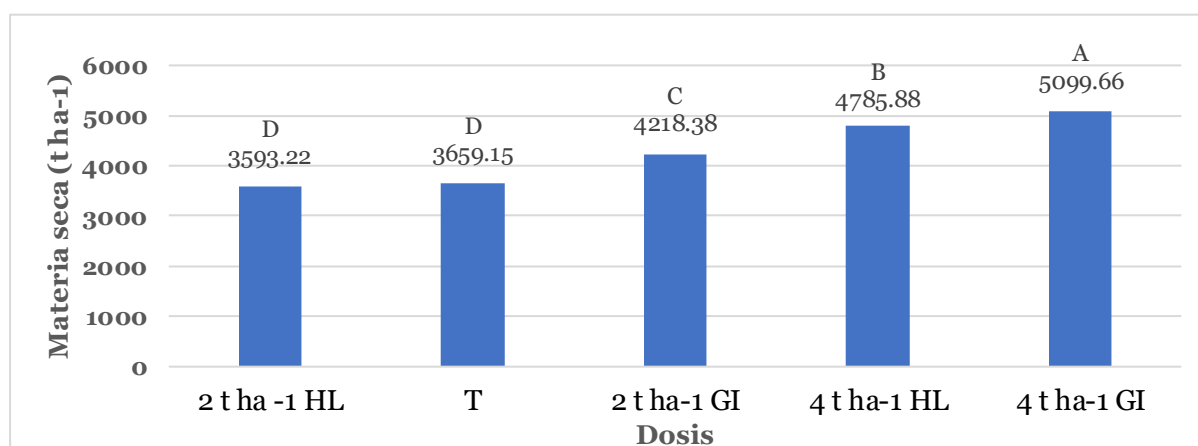
Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de materia seca de raíz

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros medios	F Calculado	P- valor
Bloques	2	1.78	0.87	1.30	0.3242 NS
Tratamiento	4	0.99	0.21	0.32	0.0001 **
Error	8	5.45	0.64		
Total	14	8.24			

En la tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para materia seca (kg ha^{-1}), los cuales indican que existe diferencia significativa en los tratamientos, dado que los valores de significación p-valor (0.0001), es menor al 0.05, es decir, las diferentes dosis de humus de lombriz y guano de isla afectó el rendimiento (kg ha^{-1}) de materia seca de la raíz. El coeficiente de variación fue de 5.26 %, valor que ha demostrado confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el experimento.

Figura 9

*Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para la obtención de materia seca de raíz del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris L.*)*



Según la figura 9, al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad, se observa que el mayor rendimiento de materia seca se obtuvo con las dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla cuya media es de 5099.66 kg ha^{-1} (grupo A). Las dosis de 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz y 2 t ha⁻¹ de guano de isla obtuvieron medias estadísticas de 4218.38 kg ha^{-1} y 3659.15 kg ha^{-1} respectivamente (grupo B y C). Sin embargo, el tratamiento testigo fue superior al tratamiento aplicado 2 t ha⁻¹ HL (grupo D). Con la aplicación de guano de isla hubo un incremento de materia seca mayor a 800 kg ha^{-1} entre dosis y mayor a 1400 kg ha^{-1} respecto al tratamiento testigo.

Según la figura 9, el tratamiento con dosis de 4 t ha⁻¹ de GI, ha obtenido 5099.16 kg ha^{-1} , considerándose superior al rendimiento reportado por Morocho (2019), quien obtuvo 4.06 t ha⁻¹, cuyas diferencias puede deberse a que en un campo experimental se trabajó bajo riego

tecnificado sin abonamiento y en el otro bajo riego por gravedad con abonamiento de fondo. Sin embargo, para Lugo-Soto et al. (2010) señala que el porcentaje de materia seca está en estrecha relación con el nivel de fertilidad del suelo, el ciclo vegetativo y densidad de siembra.

4.2. Análisis económico

En la tabla 13 se realizó un balance económico en el que se determinó en cada unidad experimental el valor bruto de producción, costo total, ingreso bruto, ingreso neto con la finalidad de evaluar los parámetros de rentabilidad y beneficio/costo de la producción de betarraga (*Beta vulgaris* L.).

Tabla 13

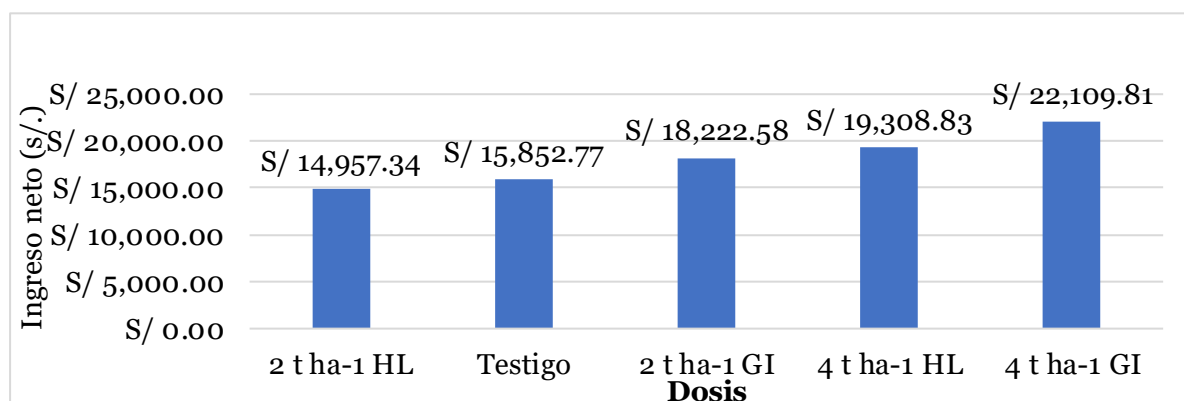
Determinación de análisis de rentabilidad y beneficio/costo

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	29,993.00	34,251.00	41,562.00	30,432.00	38,286.00
Valor Bruto (s/.)	26,994.00	30,825.90	37,405.80	27,388.80	34,457.40
Costo Total (s/.)	9,791.53	11,062.02	13,425.70	11,062.02	13,425.70
Ingreso bruto (s/.)	17,202.47	19,763.88	23,980.10	16,326.78	21,031.70
Ingreso neto (95 %)	15,852.77	S/. 18,222.58	22,109.81	14,957.34	19,308.83
Precio de venta					
Unitario (s/.)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Rentabilidad (%)	161.90	164.73	164.68	135.21	143.82
Beneficio / costo	2.76	2.79	2.79	2.48	2.57

Los resultados del análisis económico (tabla 13), muestra que el mejor resultado se obtuvo con tratamiento 3 (T3: 4 t ha⁻¹ de guano de isla), con un rendimiento promedio de 41,562.00 t ha⁻¹; ingreso económico valorizado en s/. 22,109.81, calculado al 95% de producción descartando pérdidas del producto durante la cosecha. Sin embargo, tuvo similar rentabilidad con el tratamiento 2 (T2: 4 t ha⁻¹ de guano de isla) con valores de 164.73% (T2) Y 164.68% (T3), y así mismo, igual beneficio económico con 2.79 de retorno por cada sol invertido.

Figura 10

Ingreso neto de la producción de betarraga por efecto de guano de isla y humus de lombriz



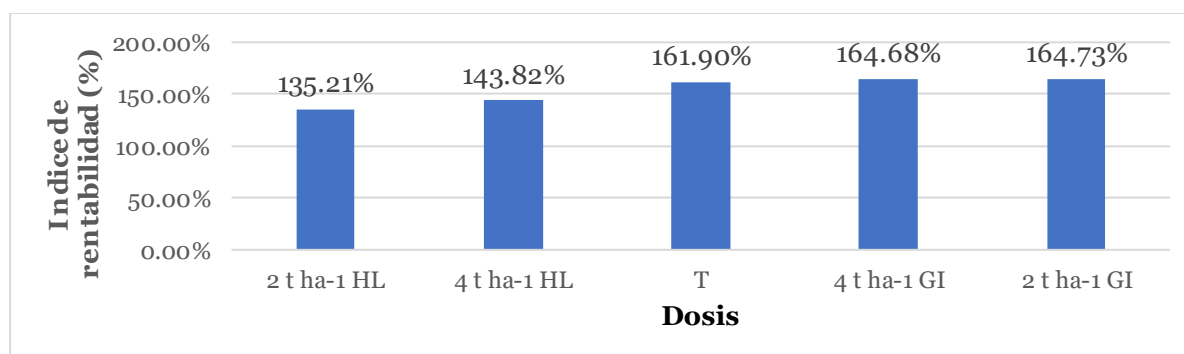
En la figura 10, se observa que el tratamiento aplicado con dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla ha obtenido el mayor ingreso neto (al 95% de producción) con un valor de S/. 22,109.81, seguido por el tratamiento aplicado 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz, con S/. 19,308.83, siendo superiores al resto de tratamientos, quedan con el menor ingreso el testigo con s/. 15,852.77.

a. Rentabilidad

Para ver el beneficio económico que brinda cada tratamiento se calculó la rentabilidad que proviene de dividir la utilidad neta estimada y el costo total de producción. Ambos indicadores muestran la relación de los costos y los beneficios en los diferentes tratamientos.

Figura 11

Determinación del Índice de rentabilidad



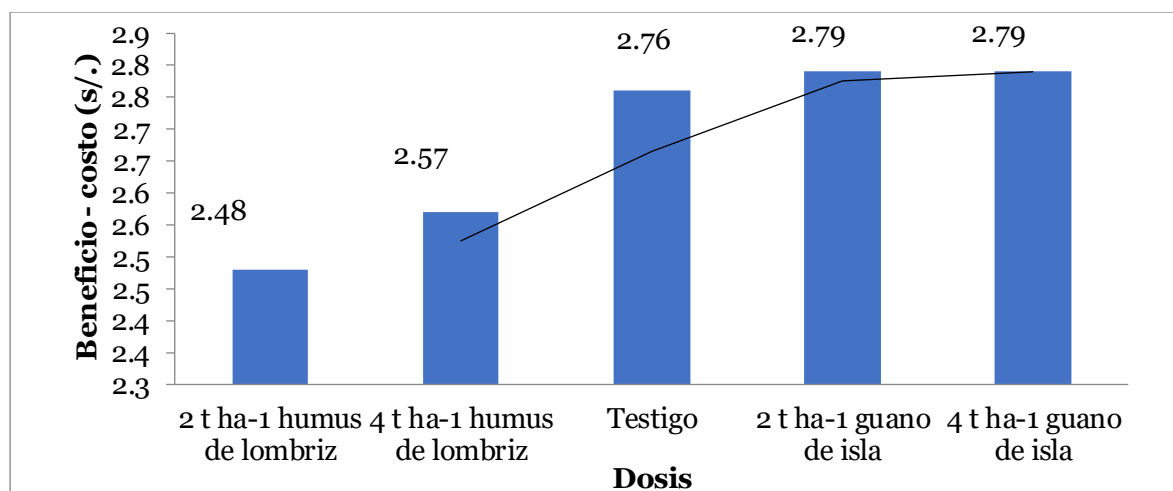
En la figura 11, indica que la mayor rentabilidad registrada se encuentra en el tratamiento T2 (2 t ha⁻¹ de guano de isla), con 164.73%, y con similar cifra obtuvo el tratamiento aplicado 4 t ha⁻¹ con resultado de 164.68% de rentabilidad. El testigo presentó mayor rentabilidad que con dosis de humus de lombriz (HL) con 161.90%, el cual se ubicó en el tercer lugar. En cambio, la menor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento aplicado 2 t ha⁻¹ de humus de lombriz, con un valor de 35.21%.

b. Relación beneficio/costo

Para el cálculo de la relación beneficio/costo se realizó la división entre el valor bruto de la producción y el costo total de la misma, estos valores indican el retorno de la inversión por cada unidad monetaria invertida en cada tratamiento.

Figura 12

Relación costo/beneficio en los tratamientos



En la figura 12 muestra la relación beneficio/costo obtenido en campo, todos los tratamientos del ensayo tuvieron un buen retorno económico, puesto que resultados de B/C fueron mayores a 1, sin embargo, el tratamiento T2 (2 t ha⁻¹ de guano de isla) y T3 (4 t ha⁻¹ de guano de isla) obtuvo el mayor valor de B/C (2.79) con igual resultado, el cual nos indica que con una inversión de S/. 1.00 se obtuvo un retorno de S/. 2.79, y el menor beneficio/costo se obtuvo con el tratamiento de 2 t ha⁻¹ de humus de lombriz, que obtuvo 2.48.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los resultados encontrados fueron altamente significativos para el rendimiento, altura de planta, longitud de raíz, diámetro de raíz, cuya diferencia se observó en la superioridad del abonamiento con dosis de 4 t ha⁻¹ respecto a las aplicaciones del humus de lombriz y testigo. Sin embargo, para la materia seca no hubo significación estadística en las unidades experimentales.

El rendimiento más elevado de raíz fue de 41, 562 kg ha⁻¹ correspondiente al tratamiento aplicado con dosis de abonamiento de 4 t ha⁻¹ de guano de isla, seguido con 38,286 kg ha⁻¹ para el tratamiento con abonamiento de 4 t ha⁻¹ de humus de lombriz, y con el rendimiento más bajo fue para el testigo con una producción de 29,993 kg ha⁻¹.

Para los componentes de rendimiento, de las dosis de abonamiento con guano de isla y humus de lombriz, en altura de planta (75.27 cm), longitud de raíz (7.92 cm), diámetro ecuatorial de raíz (8.52 cm), y materia seca (5099.66 kg ha⁻¹) se obtuvo mayor significación con dosis de 4 t ha⁻¹ de guano de isla respecto a los demás tratamientos.

En el análisis económico la mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento aplicado con 2 y 4 t ha⁻¹ de guano de isla, con valores similares de 164.73% y 164.68% respectivamente; y en el análisis de relación beneficio/costo los mayores resultados se encuentran en las dosis mencionadas de guano de isla con un valor de 2.79 de retorno por cada sol invertido.

5.2. Recomendaciones

Realizar trabajos de investigación incrementando el número de dosis de guano de isla y humus de lombriz para determinar el efecto en el rendimiento del cultivo de betarraga e índices de rentabilidad.

Realizar investigaciones que permitan determinar la interacción de nitrógeno, fosforo y potasio con humus de lombriz en cultivos agrícolas.

Evaluar los efectos del guano de isla y humus de lombriz en las propiedades físicas y químicas del suelo a corto y largo plazo.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abu-Ellail, F.F.B., Salem, K.F.M., Saleh, M.M., Alnaddaf, L.M & Al-Khayri, J.M. (2021). Molecular Breeding Strategies of Beetroot (ssp. var. Alefeld). In *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops* Springer, Cham 157–212 p.. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66965-2_4.
- Abu-Ellail, F.F.B., Sadek, K,A & El-Bakary, H.M. (2019). Broad-Sense heritability and performance of ten sugar beet varieties for growth, yield and juice quality under different soil salinity levels. *Bull. Fac. Agric., Cairo Univ.*, 70(2), 327–339.
- Acevedo, Ingrid C., & Pire, Reinaldo. (2004). Efectos del Lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). *Interciencia*, 29(5), 274-279
- Alvarado, A & Forsythe, W. (2005). Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 29(1), 85–94.
- Aira, M., Monroy, F & Domínguez, J. (2009). Cambios en el número de bacterias y la actividad microbiana del purín de cerdo durante el tránsito intestinal de lombrices epigeas y anécicas. *J. Materiales peligrosos*, 162(2-3):1404-1407.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F & Ingelmo, F. (2001). Componentes de la materia orgánica y estabilidad de los agregados tras la aplicación de diferentes enmiendas a un suelo hortícola. *Tecnología Bioambiental*, 76: 125–129.
- Astorga, F., Luna, N., Gómez, G., Bustos, R., Pacheco, P., Esteban, W.A & Bastías, E. (2019). Variación estacional del contenido de Bataínas en betarraga (*Beta vulgaris* L.) cultivada en condiciones de salinidad en el valle de Lluta, Norte de Chile. *IDESIA* 37(4): 47-53.
- Azeredo, H.M. (2009). Bataínas: propiedades, fuentes, aplicaciones y estabilidad: una revisión. *Revista internacional de ciencia y tecnología de los alimentos*, 44(12), 2365–2376. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>
- Biancardi, E; Mcgrath, JM; Panella, LW; Lewellen, RT & Stevanato, P. (2010). *Sugar beet. En: Root and Tuber Crops*. Bradshaw, J.E. 1 ed. Springer, Nueva York. 173-219 p.

- Brar, N.S., Dhillon, B.S., Saini, K.S & Sharma, P.K. (2015). Agronomy of sugarbeet cultivation. *A review. Agricultural Reviews*, 36(3), 184–197. <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00022.7>.
- Burger, A., Undeboom, H.J & Williams, A.J. (1978). Aporte mineral y energético del guano de especies elegidas de aves a los ecosistemas terrestres de Isla Marion. S.Afr. J. *Antártida. Res.* 8, 59–70.
- Cahuaza, K. (2015). “Dosis de ceniza de madera y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento en *Beta vulgaris* L. betarraga var. *early wonder* tall top, zungarococha - Iquitos”. [Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://www.unapiquitos.edu.pe/>
- Casco, C.A & Iglesias, M.C. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompost. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 65 p.
- Caycho, J.; Arias, A.; Oswald, A.; Esprella, R.; Rivera, A.; Yumisaca, F. & Andrade, J. (2009). Tecnologías sostenibles y su uso en la producción de papa en la región altoandina. *Rev. Latinoam. Papa.* 15(1):20-37.
- Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, & Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, 272, 192–200. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.02>.
- Chaoui, H.I., Zibilske L.M & Ohno, T. (2003). Efectos de los humus de lombriz y el compost sobre la actividad microbiana del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. *Biología y Bioquímica de Suelos* ,35: 295–302.
- Ceroni, M. (2012). Historia de la Química. Perú, el país de las oportunidades perdidas en ciencia: el caso de los fertilizantes. *Rev. Soc. Quim. Perú*, 78(2), 144–152.
- Clark, B., Foster, J. B., De Diego, T & Roig, P. 2012. Imperialismo ecológico y la fractura metabólica global Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos. *International Journal of Comparative Sociology*, 50, 311–334.
- Cristóbal, D. C. (2020). *Dosis de biol y fertirriego con macroorganismo eficaces en el rendimiento de la betarraga (Beta vulgaris L.), en condiciones edafoclimáticas de Cahuat-Yarwilca*. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán PE]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4761>

- Cruz-Koizumi, Y. P., Alayón-Gamboa, J. A., & Morón-Ríos, A. (2017). Efecto de la fertilización orgánica y de síntesis química en tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horn) en Calakmul, Campeche(México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(2), 41-53
- Christenson, D. R & A. P. Draycott. (2007). *Nutrition-phosphorus, sulphur, potassium, sodium, calcium, magnesium and micronutrients-liming and nutrient deficiencies*. pp. 185-220. In: A. P. Draycott (ed.). Sugar Beet. Blackwell, Publishing Ltd. Oxford, UK.
- Cuenca, J. 2014. *Valuación de la eficiencia del biol mineralizado con harina de rocas en los cultivos de zanahoria y remolacha en el sector la Argelia*. [Tesis, Ing. En producción, educación y extensión agropecuaria, Universidad Nacional de Loja, Ecuador]. <https://dspace.unl.edu.ec/>
- Cushman, G.T. (2003). The Lords of Guano: Science and the Management of Peru's Marine Environment. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Texas, Austin. 789 p.
- Dairynz. (2020). Consideraciones sobre la remolacha forrajera. Consultado 26 oct. 2021. Disponible en: <https://www.dairynz.co.nz/feed/crops/fodder-beet/fodder-beet-considerations>.
- Domínguez, J & Gómez-Brandón, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.), 26, 309–320. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262896>
- Ellis, J.C., Fariña, J.M & Witman, J.D. (2006). Transferencia de nutrientes del mar a la tierra: el caso de las gaviotas y los cormoranes en el Golfo de Maine. *Revista de ecología animal*, 75(2), 565-574.
- Fabeiro, C., Martín De Santa Olalla, F., López, R y Domínguez, A. (2003). Producción y calidad de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) cultivada bajo condiciones de riego deficitario controlado en un clima semiárido. *Gestión del agua agrícola*, 62(3), 215–227. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00097-0](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00097-0).
- Ferreras, L.E., Gómez, S & Toresani, I. (2006). Efecto de las enmiendas orgánicas sobre algunas propiedades físicas, químicas y biológicas en un suelo hortícola. *Tecnología Bioambiental*, 97: 635–640.

- Flores, M.T & Alvira, P. 1987. Composición químico-bromatológica y proporción de aminoácidos de la harina de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida* Sav. y *L. rubellus* Hoff.). *An. Edaf. Agrobiol.* 7-8: 785-798.
- Frese, L; Desprez, B & Ziegler, D. (2001). *Potencial de los recursos genéticos y estrategias de mejoramiento para la ampliación de la base en Beta*. En: Ampliación de la base genética de la producción de cultivos Vol. 1981, 295–309 p. <https://doi.org/10.1079/9780851994116.0295>.
- Frere, E. S., Quintana, F., & Andini, P. (2005). Frere et al 2005- Cormoranes de la costa patagónica. Estado poblacional, ecología y conservación. *Hornero*, 20(1), 35–52.
- Gomez, M.N & Duque, A.L. (2018). Caracterización Físico Química y Contenido Fenólico de la Remolacha (*Beta vulgaris* L.) en Fresco y Sometida a Tratamiento Térmico. *Revista ION*, 31(1), 43–47. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018007>.
- Gomes, B.A., Motta, F.L & Santana, M.H.A. (2016). Ácidos húmicos: propiedades estructurales y múltiples funcionalidades para nuevos desarrollos tecnológicos. *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, 62:967–974. <https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2015.12.001>
- Gregorio M. (2010). Producción orgánica de betarraga (*Beta vulgaris* L.): evaluación de variedades y dos compostas. [Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila México]. <http://repositorio.uaaan.mx/>
- Havlin, JL; Beaton, JD; Tisdale, SL; Nelson, WR & Nelson, WL. (2017). *Soil Fertility And Fertilizers: An introduction to Nutrient Management*. 8 ed. Delhi, CH. 529 p.
- Huamán, ED. (2021). *Fertilización potásica y guano de isla en el rendimiento de betarraga (Beta vulgaris L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho, 2019*. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – PE] <http://repositorio.unsch.edu.pe/>
- Huanca, AO & Blanco, VW. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) en la Estación Experimental de Patacamaya. *Revista de La Carr. de Ingeniería Agronómica*, 5(3), 1704–1711.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2014). Aspectos generales para el cultivo de Betarraga (*Beta vulgaris* L. var. *Crassa*). Boletín INIA. Osorno, Chile. N° 149-2

- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). Aspectos generales para el cultivo de Betarraga (*Beta vulgaris* L. var. *Crassa*). Boletín INIA. Osorno, Chile. N° 149-2
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2008). Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. 1a ed. - Buenos Aires-Argentina. 136 p.
- Ismail, S.A. (2000). Organic waste management. In: Technology Appreciation Programme on Evaluation of Biotechnological Approaches to Waste Management held. Industrial Association-ship of IIT, Madras, pp. 28–30
- Karpouzi, V.S., Watson, R & Pauly, D. (2007). Modelado y mapeo de superposición de recursos entre aves marinas y pesquerías a escala global: una evaluación preliminar. *Serie Progreso de la Ecología Marina*, 343, 87–99. <https://doi.org/10.3354/meps06860>
- Kavehei, A., Hose, G.C & Gore, D.B. (2018). Efectos de las lombrices rojas (*Eisenia fetida*) sobre la lixiviación de minerales de plomo en el suelo. *Contaminación ambiental*, 237, 851–857. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.021
- Knoema. (2021). Remolacha azucarera. Consultado 5 dic. 2021. Disponible en: <https://knoema.es/atlas/topics/Agricultura/Produccion-de-Cultivos-Cantidad-toneladas/Remolacha-Azucarera>.
- Klucáková, M & Pekar, M. (2005). Solubilidad y disociación de ácidos húmicos ligníticos en suspensión acuosa. *Coloides y Superficies A: Aspectos Fisicoquímicos y de Ingeniería*, 2–3(252), 157–164. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2004.10.019>
- Kughur, P. G., Otene, V. A., & Audu, O. C. (2015). Effects of Intensive Agricultural Production on the Environment in Benue State, Nigeria. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science Ver. I*, 8(8), 2319–2372. <https://doi.org/10.9790/2380-08810711>
- Lamsfus, C; Lasa, B; Aparicio, T. & Irigoyen, I. (2003) Implicaciones ecofisiológicas y agronómicas de la nutrición nitrogenada: La eco fisiología vegetal: una ciencia de síntesis. 1a ed. España: Paraninfo: 2003. pp. 361-386. ISBN 84-9732-267-3.
- Labrada, R. (2004). Manejo de malezas para países en desarrollo. 1 ed. Madrid- España. Mundi - Prensa. 133- 138 p.
- López, J.D., Díaz, A., Martínez, E. & Valdez, R.D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoam.*, 19 (4): 293-299

- Lugo-Soto, M., Vibert, E., Betancourt, M., González, I., & Orozco, A. (2010). Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze bajo condiciones del piedemonte barinés, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 457–464.
- Luján, Y. 2018. *Efecto de tres dosis de "humus de lombriz" Eisenia foetida (Lumbricidae) y tres dosis de estiércol de "Vacuno" Bos taurus (Bovidae) en el rendimiento del cultivo de "Papa" Solanum tuberosum L. (Solanaceae) var. Serranita en la Provincia Otuzco - Región La Libertad*. [Tesis Ing. Agr., Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad. Perú]. <https://upao.edu.pe/>.
- Maddonni, G.A., Otegui, M.E., 2004. Intra-specific competition in maize: early establishment of hierarchies among plants affects final kernel set. *F. Crop. Res.* 85, 1–13.
- Martínez, M. (2016). Evaluación comparativa de tres variedades de betarraga en sustrato potencializado con EM-BIOL, mediante sistema organopónico. [Tesis, Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, EC] <http://dspace.utb.edu.ec/>
- Manaf, L.A.; Jusoh, M.L.C.; Yusoff, M.K.; Ismail, T.H.T.; Harun, R.; Juahir, H & Jusoff, K. (2009). Influences of Bedding Material in Vermicomposting Process. *International Journal of Biology*, 1 (1): 81-91.
- Manga, B. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de betarraga (Beta vulgaris L.) en Oropesa-Quispicanchi-Cusco*. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-PE] <https://repositorio.unsaac.edu.pe/>
- Medina, L; Monsalve, O & Forero, A. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 135: 109-1256
- Ministerio de Agricultura y Riego (2011), Guano de islas "Mejorando tu suelo, mejoras tus cosechas". Información técnica para agricultores. Lima – Perú. <https://www.agrorural.gob.pe/informacion-tecnica/>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). Producción agrícola (Campaña 2021-2022). <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2009). Guano de las Islas. Dirección de operaciones subdirección de insumos y abonos. Agro Rural, Perú. pp. 4. <http://www.agrorural.gob.pe/informacion-tecnica/>

- Monsalve O.I., Gutiérrez J & Cardona, W.A. (2017). Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas enmiendas orgánicas al suelo. Una revisión. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 11 (1): 200-209. ISSN 2011-2173. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5663>
- Moreno, R.A., García, G.L., Cano, R.P., Martínez, C.V., Márquez, H.C & Rodríguez, D.N. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Ecos. Rec. Agrop.* 1(2):163-173.
- Morocho, J.H. (2019). *Respuesta del cultivo de betarraga (Beta vulgaris L.) a cinco láminas de riego por goteo en el valle de Cajamarca*. [Tesis Ing. Agro. Cajamarca, PE. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/>
- Muñoz, A. (2006). *Efecto de la densidad de siembra de un cultivar Beta vulgaris L. Subsp. Esculenta. Var. Early Wonder Tall Top (Beterraga), Cultivado en el Fundo UNAP-IQUITOS*. [Tesis Ing. Agr. Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía, Iquitos- Perú]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/>
- Nardi, S., Morari, F., Berti, A., Tosoni, M & Giardini, L. (2004). Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilisers. *European Journal of Agronomy*, 21: 357–367.
- Ndegwa, P.M., Thompson, S.A & Das, K.C. (2000). Efectos de la densidad de población y la tasa de alimentación en el vermicompostaje de biosólidos. *Biorrecursos. Tecnología*, 71, 5–12.
- Ouédraogo, E; Mando, A & Zombré, N. (2001) Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West África. *Agric. Ecosys. Environ.*, 2001, vol. 84, no. 3, pp. 259-266 [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00246-2)
- Oficina de estudios y políticas agrarias. (2007). Estudio del mercado nacional de agricultura orgánica 2007. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -- Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago de Chile. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines>
- Oktem, A., Celik, A., & Gulgun, A. (2020). Effect of Humic Acid Application Methods on Yield and Some Yield Characteristics of Corn Plant (*Zea mays L. indentata*). *Journal of Applied*

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2002). Informe sobre agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557soo.htm>

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). Propiedades Químicas: Capacidad de intercambio catiónico (CIC). <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>.

Palomo, G., Iribarne, O & Martínez, MM. (1999). El efecto del guano de aves marinas migratorias en la comunidad de fondos blandos de una laguna costera del Atlántico SO. *Boletín de ciencias marinas*, 65(1), 119-128.

Pérez, A; Céspedes, C y Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(3), 10–29.

Pérez, R.A., Galvis, S.A., Bugarín, M.R., Hernández, M.T., Vázquez P.M & Rodríguez, GA. (2017). Capacidad de intercambio catiónico: descripción del método de la tiourea de plata (AgTU+n). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 171–177. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.80>

Petit Ávila, G., Marcía Santos, J. R., & Portilio, O. (2009). Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate Gerardo Petit Ávila, José Renán Marcía Santos y Ostilio R. *Portillo Programa de Hortalizas*. 3, 70–83.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2007). *Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas*. Disponible en <http://www.Preabonos.gob.pe>.

Quintero, J. (2006). *Cultivo extensivo de la remolacha de mesa; Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura* [Archivo PDF] <https://www.mapa.gob.es/>

Quispe, CN. (2003). *Efecto de dosis entre macro-micronutrientes y abonos orgánicos en el cultivo de betarraga (Beta vulgaris L.) conducido en el centro Agronómico K´Ayra*. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco- PE] <https://repositorio.unsaac.edu.pe/>

- Razaq, M., Zhang, P., Shen, H. L., & Salahuddin. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLoS ONE*, 12(2), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171321>
- Ramos, V. (2019). Efecto del abonamiento de guano de islas y humus de lombriz en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. Var. capitata - rubra). [Tesis Ing. Agr. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Ramos, D & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Una revisión. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
- Razaq M, P Zhang, H Shen H, Salahuddin . (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLoS ONE* 12(2): e0171321. DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28234921>
- Rodríguez-Amaya, D.B. (2019). Actualización sobre pigmentos alimentarios naturales: una mini revisión sobre carotenoides, antocianinas y betalaínas. *Inv.Internacional de Alimentos*, 124, 200–205. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.05.028>
- Ros, M., Klammer, S., Knapp, B., Aichberger, K & Insam, H. (2006). Efectos a largo plazo de la enmienda del suelo con compost sobre la diversidad funcional y estructural y la actividad microbiana. *Uso y Manejo del Suelo*, 22: 209–218.
- Samach, A., and P.A. Wigge. 2005. Ambient temperature perception in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 8:483-486
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (1 de abril 2022). *Datos hidrometeorológicos en Cajamarca*. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- Schnug, E., Jacobs, F & Stoven, K. (2018). Guano: The White Gold of the Seabirds. *Seabirds*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79501>
- Schnitzer, M. (1999). Una perspectiva de por vida sobre la química de la materia orgánica del suelo. *Avances en Agronomía*, 1–58. doi:10.1016/s0065-2113(08)60842-1
- Sopan, R. (2019). *Influencia de la fertilización con NPK en el rendimiento del cultivo de remolacha de mesa (Beta vulgaris L.)var. Early wonder en condiciones agroecológicas en condiciones agroecológicas de Huacrachuco*. [Tesis Ing. Agro.

- Huánuco, PE. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Herminio Baldizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/>
- Statista. (2022). Productores principales de remolacha azucarera a nivel mundial en 2014, según el volumen de producción. Consultado el 20 de febrero de 2022. <https://es.statista.com/ayuda/#faq5614f781b1523b845f8b45b8>
- Terranova, D. P. (2014). *Comportamiento Agronómico Del Cultivo de Remolacha (Beta Vulgaris L.), Variedad "Tall Top Early Wonder" sembrada en diferentes distanciamientos, en la zona de babahoyo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnica de Babahoyo, Babahoyo-Los Rios- Ecuador].
- Terra, M., Mello, J., Mello, C., Santos, R., Nunes, A., & Raimundo, M. (2015). Influencia topografoclimática en la vegetación de un fragmento de Mata Atlántica en la Serra da Mantiqueira, MG. *Revista Ambiente & Agua*, 10(4), 928-942. Doi: 10.4136/ambiente.1705
- Torres, M. (2005). *Evaluación agronómica de tres variedades betarraga (Beta vulgaris L.) en tres épocas de siembra*. [Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor]. <https://repositorio.umsa.bo/>
- Trinidad, W., Gutiérrez, M.B., Palacin, P.S & Romero, J. (2021). Adaptabilidad de cultivares de betarraga (Beta vulgaris L.) a las condiciones de Panao, Huánuco. *Revista Investigación Agraria*, 3(3), 21–29. <http://doi.org/10.47840/ReInA.3.3.1238>
- Torrenegra, M.E., Villalobos, O.L., Castellar, E.A, León, G., Granados, C., Pájaro, N.P & Caro, MS. (2016). Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de Rubus glaucus B, Vaccinium floribundum K y Beta vulgaris L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 1–8.
- Valladares, J.D., Reynoso Z.A., Cosme De la Cruz, R.C., Arone, G.G., & Calderón, M.C. (2020). La aplicación combinada de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ciencia agropecuaria*, 11(3), 401–408. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12>
- Vinicio, M. (2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Meléndez, G; Molina E (ed.). Costa Rica, UCR. 142 p

- Wait, D.A., Aubrey, D.P & Anderson, W.B. (2005). Influencias del guano de aves marinas en islas desiertas: química del suelo y riqueza y productividad de especies herbáceas. *Revista de ambientes áridos*, 60(4), 681-695.
- Wing, S R., Jack, L., Shatova, O., Leichter, J.J., Barr, D., Frew, R.D & Gault-Ringold, M. (2014). Las aves marinas y los mamíferos marinos redistribuyen el hierro biodisponible en el Océano Austral. *Serie Progreso de la Ecología Marina*, 510,1-13. <https://doi.org/10.3354/meps10923>
- Willer H & Yussefi M (2001) Organic Agriculture Worldwide. BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, 133 pp.
- Yao, R., Yang, J & Zhu, W. (2021). Impacto del cultivo de cultivos, nitrógeno y ácido fúlvico en la estructura de la comunidad fúngica del suelo en suelos fluvo-acuáticos aluviales afectados por sal. *Suelo vegetal*, 464:539-558. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04979-w>
- Zaccone, C., Plaza, C., Ciavatta, C., Miano, T.M., & Shotyk, W. (2018). Avances en la determinación del grado de humificación en turbas desde: Aplicaciones en estudios geoquímicos y paleoambientales. *Reseñas de Ciencias de la Tierra*, 185, 163-178. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2018.05.017>
- Zapata, K., Cortes, F. B., & Rojano, B. A. (2013). Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba Agria (*Psidium araca*). *Informacion Tecnologica*, 24(5), 103-112. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500012>
- Zegarra, P. (2019). *Demanda hidrica del cultivo de betarraga (Beta vulgaris L.) con riego por goteo en el Centro Agronomico K'Ayra*. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, PE] <https://repositorio.unsaac.edu.pe/>

ANEXOS

Figura 13

Muestreo de suelos



Figura 14

Preparación del terreno



Figura 15

Delimitación de parcelas



Figura 16

Abono guano de isla

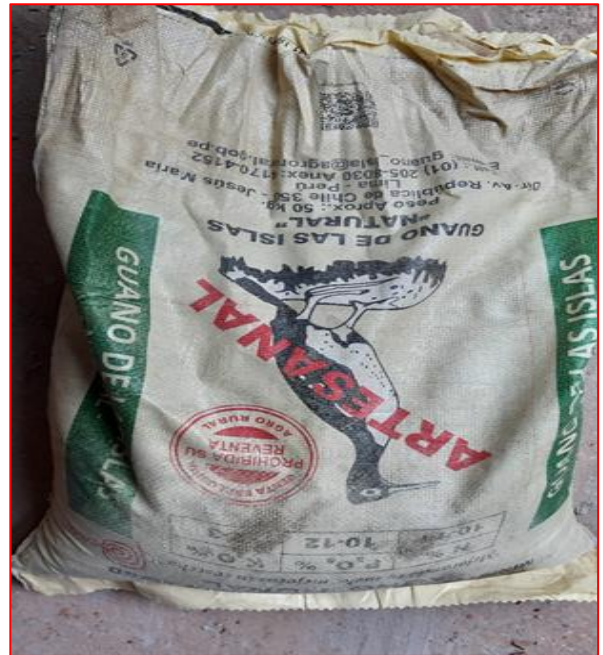


Figura 17

Cosecha de humus de lombriz



Figura 18

Pesado de abonos orgánicos



Figura 19

Semilla de betarraga



Figura 20

Mullido de suelo



Figura 21

Abonamiento de fondo



Figura 22

Siembra



Figura 23

Riego por surco

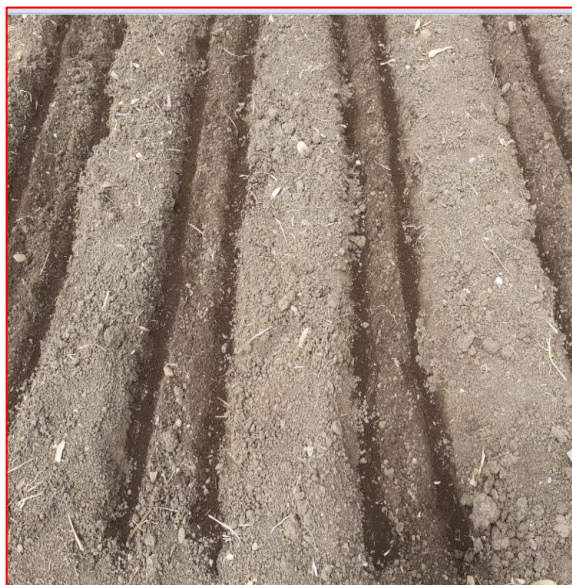


Figura 24

Emergencia de las plántulas



Figura 25

Deshije



Figura 26

Deshierbo



Figura 27

Aporque



Figura 28

Medición de altura de planta



Figura 29

Medición de longitud de raíz



Figura 30

Medición de diámetro de raíz



Figura 31

Pesado de materia fresca



Figura 32

Secado de la materia fresca en estufa



Figura 31

Pesado de materia seca



Figura 32

Pesado de raíz

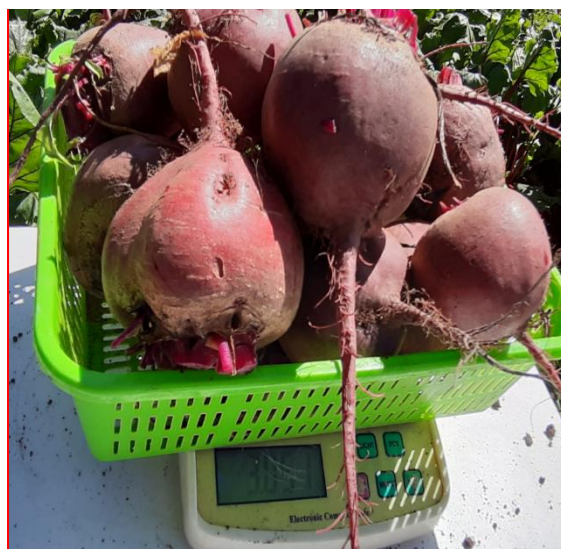


Tabla 14

Datos de altura de planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	
	I	II	III	TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo	57.3	55.1	54.9	167.3	55.75
2 t ha ⁻¹ Guano	65.5	66.5	68.6	200.6	66.87
4 t ha ⁻¹ Guano	75.2	73.4	77.2	225.8	75.27
2 t ha ⁻¹ humus	58.1	57.3	58.2	173.6	57.87
4 t ha ⁻¹ humus	70.2	71.5	73.6	215.3	71.77
TOTAL, BLOQUE	326.30	323.80	332.50	982.60	327.53

Tabla 15*Datos de longitud de raíz*

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	
	I	II	III	TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo	5.83	5.7	5.36	16.89	5.63
2 t ha ⁻¹ Guano	6.78	6.87	6.98	20.63	6.88
4 t ha ⁻¹ Guano	8.01	7.84	7.92	23.77	7.92
2 t ha ⁻¹ humus	6.16	6.32	6.02	18.5	6.17
4 t ha ⁻¹ humus	7.54	7.58	7.61	22.73	7.58
TOTAL, BLOQUE	34.32	34.31	33.89	102.52	34.17

Tabla 16*Datos de diámetro de raíz*

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	
	I	II	III	TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo	6.15	6.34	5.89	18.38	6.13
2 t ha ⁻¹ Guano	7.56	7.62	7.96	23.14	7.71
4 t ha ⁻¹ Guano	8.53	8.48	8.54	25.55	8.52
2 t ha ⁻¹ humus	7.02	6.85	6.59	20.455	6.30
4 t ha ⁻¹ humus	7.98	8.02	8.12	24.12	8.04
TOTAL, BLOQUE	37.24	37.31	37.10	111.65	37.22

Tabla 17*Datos de materia seca*

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	
	I	II	III	TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo	11.3	12.5	12.8	36.6	12.20
2 t ha ⁻¹ Guano	12.4	13.7	11.4	37.52	12.51
4 t ha ⁻¹ Guano	11.7	12.7	12.4	36.8	12.27
2 t ha ⁻¹ humus	11.8	11.9	11.7	35.4	11.80
4 t ha ⁻¹ humus	13.5	12.8	11.2	37.5	12.50
TOTAL, BLOQUE	60.70	63.60	59.52	183.82	61.27

Tabla 18*Datos de rendimiento*

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	
	I	II	III	TRATAMIENTO	PROMEDIO
Testigo	30012	29586	30381	89979	29993
2 ton/ha Guano	33315	35386	34053	102754	34251
4 ton/ha Guano	40862	41951	41875	124688	41562
2 ton/ha humus	30569	29368	31359	91296	30451
4 ton/ha humus	38323	39293	37242	114858	38287
TOTAL, BLOQUE	173081.00	175584.00	174910.00	523575.00	174525

Tabla 19

Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : GROVER HOYOS ZORILLA

Departamento : CAJAMARCA

Distrito : LLACANORA

Referencia : H.R. 72261-044C-20

Bolt: 4138

Provincia : CAJAMARCA

Predio : FUNDO LA VICTORIA

Fecha : 16/07/2020

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			

2645		7.32	0.17	0.00	6.14	12.8	117	60	14	26	Fr.Ar.A.	14.72	13.21	1.07	0.31	0.14	0.00	14.72	14.72	100
------	--	------	------	------	------	------	-----	----	----	----	----------	-------	-------	------	------	------	------	-------	-------	-----

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Braulio La Torre Martínez

Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Tabla 20

Análisis del guano de isla



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : GROVER HOYOS ZORRILLA

PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ FUNDO LA VICTORIA UNC

MUESTRA DE : GUANO DE ISLA

REFERENCIA : H.R. 71844

BOLETA : 4034

FECHA : 05/03/2020

N° LAB	CLAVES	pH (pH)	C.E. (dS/m)	M.O. (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
175		6.61	69.40	16.09	5.94	3.73	3.28

N° LAB	CLAVES	CaO (%)	MgO (%)	Hd (%)	Na (%)
175		9.80	0.80	10.97	1.53



Brayno La Torre Martínez
 Jefe de Laboratorio


Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tabla 21

Análisis del humus de lombriz



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : GROVER HOYOS ZORRILLA

PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ FUNDO LA VICTORIA UNC

MUESTRA : HUMUS DE LOMBRIZ

REFERENCIA : H.R. 71843

BOLETA : 4034

FECHA : 24/02/20

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
174		7.49	5.22	59.90	1.90	1.61	4.88

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
174		3.81	0.95	38.43	0.17



Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Tabla 22

Costos de producción de betarraga del tratamiento 1

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				S/. 7,997.00
1. Mano de Obra:				S/.
1.1 Preparación de terreno				5,100.00
1.1.1 Preparación de terreno				S/. 60.00
- Limpieza de terreno	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
- Empate de surcos	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
1.1.2 Siembra				S/. 570.00
- Distribución de semilla	Jornal - h	19.00	S/. 30.00	S/. 570.00
1.1.3 Abonamiento				S/. 0.00
- Abonamiento	Jornal - h	0.00	S/. 30.00	S/. 0.00
1.1.4 Labores Culturales				S/.
1.1.4.1 Labores Culturales				3,270.00
- Riegos	Jornal - h	24.00	S/. 30.00	S/. 720.00
- Deshierbo Manual	Jornal - h	70.00	S/. 30.00	S/. 2,100.00
- Desahije	Jornal - h	15.00	S/. 30.00	S/. 450.00
1.1.5 Cosecha				S/.
1.1.5.1 Cosecha				1,200.00
- Cosecha	Jornal - h	20.00	S/. 30.00	S/. 600.00
- Clasificación	Jornal - h	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
- Acarreo	Jornal - h	10.00	S/. 30.00	S/. 300.00
- Comercialización	Jornal - m	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
2. Maquinaria:				S/. 1,120.00
2.1 Aradura				S/. 420.00
- Aradura con tractor	Hora/Maquina	6.00	S/. 70.00	S/. 420.00
2.2 Cruza				S/. 350.00
- Cruza con tractor	Hora/Maquina	5.00	S/. 70.00	S/. 350.00
2.3 Rastra				S/. 210.00
- Rastra con tractor	Hora/Maquina	3.00	S/. 70.00	S/. 210.00
2.4 Surcado				S/. 140.00
- Surcado con tractor	Hora/Maquina	2.00	S/. 70.00	S/. 140.00
3. Insumos:				S/.
3.1 Semilla				1,050.00
- Semilla variedad Early Wonder	Kg.	15.00	S/. 70.00	1050.00
3.2 Abonos Orgánicos				0.00
- Guano de Isla	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
- Humus de Lombriz	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
4. Gastos generales				S/. 727.00
- Imprevistos (10% M.obra, Maq.e Insumos)				S/. 727.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				S/. 1,794.53
- Costos Financieros (7.48% C.D./mes)				S/. 1,794.53
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				S/. 9,791.53

Tabla 23

Costos de producción de betarraga del tratamiento 2

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				S/. 10,296.00
1. Mano de Obra:				S/. 5,190.00
1.1 Preparación de terreno				S/. 60.00
- Limpieza de terreno	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
- Empate de surcos	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
1.2 Siembra				S/. 570.00
- Distribución de semilla	Jornal - h	19.00	S/. 30.00	S/. 570.00
1.3 Abonamiento				S/. 90.00
- Abonamiento	Jornal - h	3.00	S/. 30.00	S/. 90.00
1.4 Labores Culturales				S/. 3,270.00
- Riegos	Jornal - h	24.00	S/. 30.00	S/. 720.00
- Deshierbo Manual	Jornal - h	70.00	S/. 30.00	S/. 2,100.00
- Desahije	Jornal - h	15.00	S/. 30.00	S/. 450.00
1.5 Cosecha				S/. 1,200.00
- Cosecha	Jornal - h	20.00	S/. 30.00	S/. 600.00
- Clasificación	Jornal - h	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
- Acarreo	Jornal - h	10.00	S/. 30.00	S/. 300.00
- Comercialización	Jornal - m	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
2. Maquinaria:				S/. 1,120.00
2.1 Aradura				S/. 420.00
- Aradura con tractor	Hora/Maquina	6.00	S/. 70.00	S/. 420.00
2.2 Cruza				S/. 350.00
- Cruza con tractor	Hora/Maquina	5.00	S/. 70.00	S/. 350.00
2.3 Rastra				S/. 210.00
- Rastra con tractor	Hora/Maquina	3.00	S/. 70.00	S/. 210.00
2.4 Surcado				S/. 140.00
- Surcado con tractor	Hora/Maquina	2.00	S/. 70.00	S/. 140.00
3. Insumos:				S/. 3,050.00
3.1 Semilla				1050.00
- Semilla variedad Early Wonder	Kg.	15.00	S/. 70.00	1050.00
3.2 Abonos Orgánicos				2000.00
- Guano de Isla	Kg.	2000.00	S/. 1.00	2000.00
- Humus de Lombriz	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
4. Gastos generales				S/. 936.00
- Imprevistos (10% M.obra, Maq.e Insumos)				S/. 936.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				S/. 766.02
- Costos Financieros (2.48% C.D./mes)				S/. 766.02
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				S/. 11,062.02

Tabla 24

Costos de producción de betarraga del tratamiento 3

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				S/. 12,496.00
1. Mano de Obra:				S/. 5,190.00
1.1 Preparación de terreno				S/. 60.00
- Limpieza de terreno	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
- Empate de surcos	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
1.2 Siembra				S/. 570.00
- Distribución de semilla	Jornal - h	19.00	S/. 30.00	S/. 570.00
1.3 Abonamiento				S/. 90.00
- Abonamiento	Jornal - h	3.00	S/. 30.00	S/. 90.00
1.4 Labores Culturales				S/. 3,270.00
- Riegos	Jornal - h	24.00	S/. 30.00	S/. 720.00
- Deshierbo Manual	Jornal - h	70.00	S/. 30.00	S/. 2,100.00
- Desahije	Jornal - h	15.00	S/. 30.00	S/. 450.00
1.5 Cosecha				S/. 1,200.00
- Cosecha	Jornal - h	20.00	S/. 30.00	S/. 600.00
- Clasificación	Jornal - h	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
- Acarreo	Jornal - h	10.00	S/. 30.00	S/. 300.00
- Comercialización	Jornal - m	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
2. Maquinaria:				S/. 1,120.00
2.1 Aradura				S/. 420.00
- Aradura con tractor	Hora/Maquina	6.00	S/. 70.00	S/. 420.00
2.2 Cruza				S/. 350.00
- Cruza con tractor	Hora/Maquina	5.00	S/. 70.00	S/. 350.00
2.3 Rastra				S/. 210.00
- Rastra con tractor	Hora/Maquina	3.00	S/. 70.00	S/. 210.00
2.4 Surcado				S/. 140.00
- Surcado con tractor	Hora/Maquina	2.00	S/. 70.00	S/. 140.00
3. Insumos:				S/. 5,050.00
3.1 Semilla				1050.00
- Semilla variedad Early Wonder	Kg.	15.00	S/. 70.00	1050.00
3.2 Abonos Orgánicos				4000.00
- Guano de Isla	Kg.	4000.00	S/. 1.00	4000.00
- Humus de Lombriz	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
4. Gastos generales				S/. 1,136.00
- Imprevistos (10% M.obra, Maq.e Insumos)				S/. 1,136.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				S/. 929.70
- Costos Financieros (2.48% C.D./mes)				S/. 929.70
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				S/. 13,425.70

Tabla 25

Costos de producción de betarraga del tratamiento 4

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				S/. 10,296.00
1. Mano de Obra:				S/. 5,190.00
1.1 Preparación de terreno				S/. 60.00
- Limpieza de terreno	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
- Empate de surcos	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
1.2 Siembra				S/. 570.00
- Distribución de semilla	Jornal - h	19.00	S/. 30.00	S/. 570.00
1.3 Abonamiento				S/. 90.00
- Abonamiento	Jornal - h	3.00	S/. 30.00	S/. 90.00
1.4 Labores Culturales				S/. 3,270.00
- Riegos	Jornal - h	24.00	S/. 30.00	S/. 720.00
- Deshierbo Manual	Jornal - h	70.00	S/. 30.00	S/. 2,100.00
- Desahije	Jornal - h	15.00	S/. 30.00	S/. 450.00
1.5 Cosecha				S/. 1,200.00
- Cosecha	Jornal - h	20.00	S/. 30.00	S/. 600.00
- Clasificación	Jornal - h	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
- Acarreo	Jornal - h	10.00	S/. 30.00	S/. 300.00
- Comercialización	Jornal - m	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
2. Maquinaria:				S/. 1,120.00
2.1 Aradura				S/. 420.00
- Aradura con tractor	Hora/Maquina	6.00	S/. 70.00	S/. 420.00
2.2 Cruza				S/. 350.00
- Cruza con tractor	Hora/Maquina	5.00	S/. 70.00	S/. 350.00
2.3 Rastra				S/. 210.00
- Rastra con tractor	Hora/Maquina	3.00	S/. 70.00	S/. 210.00
2.4 Surcado				S/. 140.00
- Surcado con tractor	Hora/Maquina	2.00	S/. 70.00	S/. 140.00
3. Insumos:				S/. 3,050.00
3.1 Semilla				1050.00
- Semilla variedad Early Wonder	Kg.	15.00	S/. 70.00	1050.00
3.2 Abonos Orgánicos				2000.00
- Guano de Isla	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
- Humus de Lombriz	Kg.	2000.00	S/. 1.00	2000.00
4. Gastos generales				S/. 936.00
- Imprevistos (10% M.obra, Maq.e Insumos)				S/. 936.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				S/. 766.02
- Costos Financieros (2.48% C.D./mes)				S/. 766.02
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				S/. 11,062.02

Tabla 26

Costos de producción de betarraga del tratamiento 5

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				S/. 12,496.00
1. Mano de Obra:				S/. 5,190.00
1.1 Preparación de terreno				S/. 60.00
- Limpieza de terreno	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
- Empate de surcos	Jornal - h	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00
1.2 Siembra				S/. 570.00
- Distribución de semilla	Jornal - h	19.00	S/. 30.00	S/. 570.00
1.3 Abonamiento				S/. 90.00
- Abonamiento	Jornal - h	3.00	S/. 30.00	S/. 90.00
1.4 Labores Culturales				S/. 3,270.00
- Riegos	Jornal - h	24.00	S/. 30.00	S/. 720.00
- Deshierbo Manual	Jornal - h	70.00	S/. 30.00	S/. 2,100.00
- Desahije	Jornal - h	15.00	S/. 30.00	S/. 450.00
1.5 Cosecha				S/. 1,200.00
- Cosecha	Jornal - h	20.00	S/. 30.00	S/. 600.00
- Clasificación	Jornal - h	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
- Acarreo	Jornal - h	10.00	S/. 30.00	S/. 300.00
- Comercialización	Jornal - m	5.00	S/. 30.00	S/. 150.00
2. Maquinaria:				S/. 1,120.00
2.1 Aradura				S/. 420.00
- Aradura con tractor	Hora/Maquina	6.00	S/. 70.00	S/. 420.00
2.2 Cruza				S/. 350.00
- Cruza con tractor	Hora/Maquina	5.00	S/. 70.00	S/. 350.00
2.3 Rastra				S/. 210.00
- Rastra con tractor	Hora/Maquina	3.00	S/. 70.00	S/. 210.00
2.4 Surcado				S/. 140.00
- Surcado con tractor	Hora/Maquina	2.00	S/. 70.00	S/. 140.00
3. Insumos:				S/. 5,050.00
3.1 Semilla				1050.00
- Semilla variedad Early Wonder	Kg.	15.00	S/. 70.00	1050.00
3.2 Abonos Orgánicos				4000.00
- Guano de Isla	Kg.	0.00	S/. 1.00	0.00
- Humus de Lombriz	Kg.	4000.00	S/. 1.00	4000.00
4. Gastos generales				S/. 1,136.00
- Imprevistos (10% M.obra, Maq.e Insumos)				S/. 1,136.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				S/. 929.70
- Costos Financieros (2.48% C.D./mes)				S/. 929.70
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				S/. 13,425.70