

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INCORPORACIÓN DE DOS
ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD BABIE CABEZA DE
MANTEQUILLA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

LILY ANGELICA MAMANI MAMANI

LA PAZ - BOLIVIA

2023

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INCORPORACIÓN DE DOS ABONOS
ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)
VARIEDAD BABIE CABEZA DE MANTEQUILLA EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL COTA COTA**

LILY ANGELICA MAMANI MAMANI

Tesis de Grado presentada como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero en Agronomía

Asesor:

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

Ing. Rodneyx Huallpa Choque

Comité revisor:

Ing. M. Sc. Estanislao Poma Loza

Ing. Agr. Willams A. Murillo Oporto

Ing. Agr. Winston R. Lupaca Mamani

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

LA PAZ - BOLIVIA

2023

DEDICATORIA:

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi familia, en especial a mis padres, hermanos por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios y en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por guiarme en cada paso que doy.

A la carrera Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, por haberme acogido en sus aulas, a todos mis docentes por compartir sus conocimientos y enseñanzas.

Al Centro Experimental Cota Cota, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación.

Al ingeniero Luis Humberto Ortuño Rojas y al Ingeniero Rodneyx Huallpa Choque, por su asesoría, la confianza, apoyo durante el trabajo de investigación y dedicación al revisar mi proyecto de Tesis.

A mis revisores: Ing M.Sc. Estanislao Poma Loza, Ing. Agr. Willams Murillo Oporto, Ing. Agr. Winstor R. Lupaca Mamani, quienes me colaboraron y orientaron en la culminación de mi investigación.

A todos mis amigos (as) de la carrera, con quienes compartí momentos inolvidables y a todos mis compañeros que fueron parte de mi vida universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Justificación	2
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General	3
2.2	Objetivos Específicos	3
2.3	Hipótesis	3
3	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	Importancia de la lechuga	4
3.2	Producción de lechuga en Bolivia	4
3.2.1	Producción de lechuga por departamentos	4
3.2.2	Producción de lechuga en el departamento de La Paz.....	4
3.2.3	Producción orgánica de lechuga	5
3.3	Características del cultivo de Lechuga	5
3.3.1	Origen y distribución	5
3.3.2	Características botánicas.....	6
3.3.3	Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga	8
3.3.4	Requerimiento de nutrientes del cultivo de la lechuga.....	9
3.3.5	Fenología del cultivo	10
3.3.6	Agronomía del cultivo	11
3.3.7	Plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos en la planta	20
3.3.8	Patógenos transmitidos por semilla	20
3.4	Agricultura orgánica	21
3.4.1	Humus de lombriz y sus características.....	22

3.4.2	Características del compost	23
4	LOCALIZACIÓN	29
4.1	Ubicación geográfica	29
5	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	30
5.1	Materiales.....	30
5.1.1	Material biológico	30
5.1.2	Material de campo.....	30
5.1.3	Material y equipo de laboratorio	30
5.1.4	Material de gabinete.....	30
5.2	Metodología.....	31
5.2.1	Procedimiento de estudio experimental.....	31
5.2.2	Diseño experimental.....	35
5.2.3	Características de la parcela experimental.....	37
5.2.4	Croquis experimental.....	38
5.2.5	Variables de respuesta	38
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
6.1	Descripción de las temperaturas registradas en el ambiente protegido durante el desarrollo del cultivo	42
6.1.1	Temperatura registrada durante el secado de las semillas	43
6.1.2	Temperatura registrada durante la germinación	44
6.2	Características físicas y químicas del suelo	45
6.3	Característica química del humus de lombriz	46
6.4	Característica química del compost.....	47
6.5	Variables agronómicas	49
6.5.1	Altura de la planta.....	49
6.5.2	Número de hojas.....	52

6.5.3	Días a la floración	54
6.5.4	Días a la cosecha	56
6.5.5	Peso de semillas por planta.....	59
6.5.6	Número de semillas por gramo.....	61
6.5.7	Rendimiento g/m ²	64
6.5.8	Porcentaje de germinación	66
6.6	Variables económicas.....	68
6.6.1	Determinación del rendimiento ajustado	68
6.6.2	Costos fijos y variables	69
6.6.3	Costos de producción.....	69
6.6.4	Beneficio bruto	70
6.6.5	Relación Beneficio y costo.....	71
7	CONCLUSIONES	72
8	RECOMENDACIONES	73
9	BIBLIOGRAFÍA	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonomía	6
Tabla 2. Contenido nutricional en 100 gramos de porción comestible de lechuga	8
Tabla 3. Estimación de la extracción de nutrientes durante un ciclo productivo de lechuga.....	10
Tabla 4. Parámetros del Humus	22
Tabla 5. Dosis de humus recomendada	23
Tabla 6. Área del estudio	29
Tabla 7. Tratamientos en estudio.....	36
Tabla 8. Descripción del área experimental.....	37
Tabla 9. Análisis- físico químico del suelo	45
Tabla 10. Análisis químico del humus de lombriz	47
Tabla 11. Análisis químico del compost.....	48
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable altura de la planta	49
Tabla 13. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en la altura de la planta.	50
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable número de hojas	52
Tabla 15. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en el número de hojas.....	53
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable días a la floración.....	54
Tabla 17. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en los días a la floración.....	55
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha	57

Tabla 19. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en los días la cosecha	57
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable peso de semillas por planta.	59
Tabla 21. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos compost y humus en peso de semilla por planta.	60
Tabla 22. Análisis de varianza para la variable número de semilla por gramo.	61
Tabla 23. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en el número de semillas por gramo	62
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable rendimiento g/m^2	64
Tabla 25. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en rendimiento g/m^2	64
Tabla 26. Porcentaje de germinación de los tratamientos	66
Tabla 27. Ajuste de rendimientos y la producción en (g/trat).	68
Tabla 28. Costos fijos y variables de la producción de semilla de lechuga.....	69
Tabla 29. Costos totales de la producción de semilla de lechuga.....	70
Tabla 30. Beneficio bruto de la semilla de lechuga.....	70
Tabla 31. Beneficio costo de la semilla de lechuga.	71

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Croquis del experimento.....	38
Figura 2. Fluctuación de la temperatura registrada durante el desarrollo del cultivo gestión 2020-2021 en el invernadero	42
Figura 3. Temperatura registrada al momento del secado de la semilla mes de agosto gestión 2021al interior del laboratorio	43
Figura 4. Temperatura registrada al momento de la germinación mes de enero gestión 2022	44
Figura 5. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en la altura de la planta.....	51
Figura 6. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el número de hojas.....	53
Figura 7. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus en los días a la floración	55
Figura 8. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en los días a la cosecha	58
Figura 9. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el peso de semilla por planta.	60
Figura 10. Efecto de los abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el número de semillas por gramo.	63
Figura 11. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el rendimiento (g/m ²).....	65
Figura 12. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el porcentaje de germinación de la semilla.	67

RESUMEN

La producción de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en microclimas artificiales en el occidente boliviano ha tomado mucha importancia, debido a su buena demanda en el mercado. El presente trabajo de investigación fue realizado en el Centro Experimental Cota Cota, Facultad de Agronomía, tuvo como objetivo, evaluar el efecto de incorporación de dos abonos orgánicos en la producción de semilla lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad babie “cabeza de mantequilla”, en ambiente protegido. La misma se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBA), con tres bloques, tres tratamientos y tres repeticiones. Se utilizó bloques, a causa de una fuente de variabilidad debido al factor sombra, las pruebas de significación Duncan al 5%, para diferenciar entre dos abonos orgánicos. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo. Luego de obtener los datos en campo, se realizó el análisis estadístico. Bajo la aplicación de dos diferentes abonos orgánicos (compost 2,5 kg/m² y humus de lombriz 1,5 kg/m²), la mayor altura de la planta fue de 154,9 cm; número de hojas de 25,07 hojas; días a la floración de 131,67 días; días a la cosecha de 262,73 días; rendimiento por planta de 8,27 g/planta y rendimiento metro cuadrado de 66,13 g/m²; número de semillas por gramo 688,13; germinación de 99%, respectivamente. Bajo las condiciones estudiadas se encontraron tendencias de incremento en todas las variables, con aplicación de humus de lombriz con 1,5 kg/m², En el análisis de costos de producción de la semilla de lechuga, se determinó la relación beneficio costo de los tres tratamientos, presentando por el tratamiento T1 con 1,4 y los tratamientos T2 y T3 con 1,6 teniendo ambos tratamientos iguales del total de la investigación, indica que por 1Bs invertido se tiene una utilidad de 0,60 Bs.

SUMMARY

The production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in artificial microclimates in western Bolivia has become very important, due to its good demand in the market. The objective of this research work was carried out at the Cota Cota Experimental Center, Faculty of Agronomy, to evaluate the effect of incorporating two organic fertilizers in the production of lettuce seed (*Lactuca sativa* L.) variety *babie "butter head"*, in a protected environment. It was carried out under a completely randomized block design (DBA), with three blocks, three treatments and three repetitions. Blocks were used, due to a source of variability due to the shadow factor, the Duncan significance tests at 5%, to differentiate between two organic fertilizers. The economic analysis of the treatments was carried out by calculating the benefit-cost ratio. After obtaining the data in the field, the statistical analysis was carried out. Under the application of two different organic fertilizers (compost 2,5 kg/m² and earthworm humus 1,5 kg/m²), the highest height of the plant was 154,9 cm; number of sheets of 25,07 sheets; days to flowering of 131,67 days; days to harvest of 262,73 days; yield per plant of 8,27 g/plant and square meter yield of 66,13 g/m²; number of seeds per gram 688,13; germination of 99%, respectively. Under the studied conditions, increasing tendencies were found in all the variables, with the application of earthworm humus with 1,5 kg/m².

1 INTRODUCCIÓN

La producción de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en microclimas artificiales en el occidente boliviano ha tomado mucha importancia, debido a su buena demanda en el mercado, por requerir espacios reducidos de terreno, al contar con ciclo productivo corto, y tener costos de producción bajos y además permite mejorar la dieta y la calidad de vida de las personas (Khuno *et al.*, 2017).

La agricultura intensiva en ambientes atemperados se introdujo por la década de los ochenta, siendo una alternativa para contrarrestar el minifundio, factores climáticos, la falta de agua de riego, plagas y patógenos adversos y la desnutrición de la familia campesina (Mendoza, 2011).

Según la FAO (2011) citado por Jaramillo *et. al.*, (2016), los países con mayor producción de lechuga fueron China con 13,430,000 toneladas y Estados Unidos con 4,070,780 toneladas, y en Latinoamérica los mayores productores de estas hortalizas son México con 370,066 toneladas y Chile con 101,559 toneladas.

Pelchor (2017), manifiesta que siendo el suelo la base de la producción agrícola, su buen manejo (laboreo y fertilización), es indispensable para evitar alterar su actividad biológica, mientras que su fertilización se hace a base de materia orgánica descompuesta que puede ser de origen animal o vegetal y la adición de elementos minerales puros. Es por ello que propone alimentar a los microorganismos del suelo, para que estos de manera indirecta alimenten a las plantas, después de tomar disponibles a los nutrientes contenidos en la materia orgánica.

El presente trabajo de investigación cree necesario implementar alternativas que mejoren las actividades productivas de la semilla de lechuga variedad “cabeza de mantequilla”, dentro de las cuales la más acertada es la implementación del uso de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz, las mismas mejoraran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Finalmente se dará a conocer, la eficiencia de estos dos abonos orgánicos en la producción de semilla de lechuga.

1.1 Planteamiento del problema

En Bolivia existen muchas áreas rurales donde la disponibilidad de terreno es suficiente pero los suelos son pobres en nutrientes y prevalece el minifundismo. En cambio, en el área urbana son escasos los terrenos por lo tanto la mayor producción es en carpa solar.

La lechuga necesita para su normal desarrollo suficiente humedad y una adecuada nutrición; sin embargo, es posible desarrollar las hortalizas de porte bajo como la lechuga en sustratos apropiados y con un suministro de nutrientes en forma adecuada, aun en áreas no apropiadas para la agricultura o que no sean muy extensas.

Con esta investigación podemos generar y transferir conocimientos tecnológicos a los pequeños y medianos agricultores con el propósito de establecer en la zona esta práctica como ahorradora de agua, de espacio y recursos económicos.

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación busca producir semillas de nuevas variedades de lechuga como la “cabeza de mantequilla”, con una mejor calidad, de esta manera mejorar los rendimientos y tolerancia a enfermedades, empleando métodos orgánicos de producción y que se orienten a los mercados locales, dotar a su vez a la población con alimentos orgánicos, consecuentemente revertir la sobre explotación de los suelos. Además, de una agricultura orientada a preservar las cualidades del suelo con la aplicación del humus de lombriz y el compost para producir semillas orgánicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de incorporación de dos abonos orgánicos en la producción de semilla Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad babie “cabeza de mantequilla” en el Centro Experimental Cota Cota.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar el tipo de abono orgánico eficiente para la producción de semilla de lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla”.
- Determinar el rendimiento de semilla de lechuga, en el Centro Experimental de Cota Cota.
- Realizar el análisis de costos de producción de la semilla de lechuga.

2.3 Hipótesis

Ho: No observa diferencia en la evaluación del efecto de la incorporación de dos abonos orgánicos en la producción de semilla lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla” en el Centro Experimental Cota Cota.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importancia de la lechuga

La lechuga es una de las plantas más importantes del grupo de las hortalizas de hoja que se consume como ensalada y es conocida en casi todos los países del mundo, es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90- 95%), vitaminas (folatos, pro vitamina A o beta-caroteno y cantidades apreciables de vitamina C), minerales (potasio y magnesio) y fibra (Botanicalonline, 2014).

3.2 Producción de lechuga en Bolivia

La producción de lechuga en el año agrícola 2018-2020 fue de 18,434 toneladas por año agrícola y el rendimiento de 6,524 kg/ha (INE, 2021).

Hartman (1990) citado por Mendoza (2011) señala, que en Bolivia existe una gran demanda de productos hortícolas que podrían ser cubiertas a través de la venta de los excedentes de las pequeñas unidades de producción; además podrían crearse centros de producción muy importantes, en regiones del altiplano y cabecera de valle.

3.2.1 Producción de lechuga por departamentos

En todos los departamentos de Bolivia se cultiva lechuga, siendo Chuquisaca y La Paz, los de mayor producción, con el 6,252 tn /año agrícola y un rendimiento de 7,487 kg/ha; 5,649 tn /año agrícola y un rendimiento de 6,106 kg/ha respectivamente, Santa Cruz 5,100 tn /año agrícola y un rendimiento de 7,009 kg/ha, Cochabamba 407 tn /año agrícola y un rendimiento de 6,522 kg/ha, Tarija 424 tn /año agrícola y un rendimiento de 6,246 kg/ha, Beni 149 tn /año agrícola y un rendimiento de 4,806 kg/ha, Oruro 1,677 kg/ha y Pando 1,066 kg/ha (INE, 2021).

3.2.2 Producción de lechuga en el departamento de La Paz

Las hortalizas actualmente se constituyen en alimentos importantes para el consumo humano, porque son ricas en vitaminas, la lechuga es una hortaliza de mayor consumo

en la dieta diaria, son vegetales más comercializadas en los mercados de La Paz (Agritierra, 2014).

Mendoza (2011), menciona que las principales áreas de producción en el Departamento de La Paz se hallan en las provincias Murillo y Loayza. La producción promedio es de 7 tn/ha, y el consumo per cápita es de 0,8 kg/año por cada habitante.

La organización AIPMA (Asociación Integral de Productores Mujeres Andinas), tiene 22 personas activas y 5 pasivos de cuatro comunidades, que producen lechuga, acelga y apio bajo carpas solares entre otras hortalizas. La producción de lechuga aproximada son 3000 unidades por carpa y las vende a 2,5-3 Bs por unidad en la ciudad de la Paz (Agritierra, 2014).

3.2.3 Producción orgánica de lechuga

Suquilanda (2003) citado por Pelchor (2017), menciona que el cultivo orgánico de la lechuga no es complicado y su manejo se enmarca dentro de lo que constituye la agricultura sostenible, cuya propuesta se orienta a proteger los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, conservar el medio ambiente, proporcionar a la sociedad alimentos de alta calidad, al mismo tiempo que su cultivo sea rentable y competitivo en los mercados.

Pelchor (2017) cita a Stewart (2001), con una fertilización balanceada se produce una mayor cantidad de biomasa. Así un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes.

3.3 Características del cultivo de Lechuga

3.3.1 Origen y distribución

El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2,500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (Botanicalonline, 2014).

3.3.2 Características botánicas

3.3.2.1 Taxonomía

La clasificación sistemática fue realizada por Lizarro (2009)

Tabla 1. Clasificación taxonomía

Clase:	Magnoliopsida (dicotiledónea)
Subclase	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.

Fuente: Lizarro (2009)

3.3.2.2 Morfología

Salinas, (2013), sostiene que la lechuga es una planta hortícola que se cultiva desde muy antiguo, con las siguientes características descritas a continuación.

Raíz: Es pivotante, corta y con ramificaciones, no llega sobre pasar los 30 cm de profundidad del suelo.

Hoja: Están colocadas en forma de rosetas, desplegadas al principio, en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde. Los bordes de los limbos pueden ser lisos, ondulado y aserrado.

Tallo: El tallo se forma una vez pasada la madurez comercial, puede llegar a medir de 1 a 1,20 m de altura en algunas variedades, es cilíndrico ramificado.

Inflorescencia: Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos y son autógamas. El ciclo reproductivo de la lechuga comienza con la emisión del tallo

floral que puede alcanzar hasta 1m de altura. Presenta un florecimiento continuo que puede durar hasta 70 días. La inflorescencia es una panícula poco ramificada, formada por numerosos capítulos que contienen entre 10-25 flores pequeñas(floretes) hermafroditas que se desarrollan simultáneamente. Cada flor o florete posee una corola amarilla y los órganos sexuales. Los estambres forman un tubo en el interior del cual las anteras sueltan el polen. El ovario es unilocular y produce solo una semilla (fruto del tipo aquenio) Las flores de un mismo capítulo abren en el mismo día, entre las 8 y las 10 a.m.

Semillas: Son pequeños de color marrón oscuro casi negro, marrón más claro, gris amarillento o blanco grisáceo y mide unos 2 mm de longitud. Están provistas de un vilano plumoso (Saavedra, 2017).

Variedad “cabeza de mantequilla”: Presentan cabeza cerrada o semiabierta, no apretada, superficie de las hojas muy lisa, textura suave, un tanto aceitosa, hojas verdes-amarillentas. Este tipo de lechugas está conformado por variedades como White Boston, Floresta y Regina. Son lechugas muy susceptibles a daño mecánico Vallejo y Estrada (2004) citado por (Martínez, 2019).

3.3.2.3 Valor nutricional de la lechuga

La lechuga es una de las hortalizas más populares en las ensaladas, su consumo ha ido en aumento debido a la percepción de ser “más sana” (Llorach *et al.*, 2008) citado por (Velásquez, 2019). Sus propiedades saludables son atribuidas a sus componentes antioxidantes (vitamina C y E, carotenoides y polifenoles) y al contenido de fibra.

Tabla 2. Contenido nutricional en 100 gramos de porción comestible de lechuga

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20,1
Proteínas (g)	8,4
Grasas (g)	1,3
Calcio (g)	0,4
Fósforo (mg)	138,9
Vitamina C (mg)	125,7
Hierro (mg)	7,5
Niacina (mg)	1,3
Riboflavina (mg)	0,6
Tiamina (mg)	0,3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: Jaramillo *et al.* (2016).

3.3.3 Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga

3.3.3.1 Temperatura y humedad

Goites (2008) afirma que para un buen desarrollo del cultivo las temperaturas promedio mensuales deben oscilar entre los 13 y 18°C, con un rango comprendido entre los 7 y 24°C. Por otro lado, Quintero *et al.*, (2000) citados por Martínez *et al.*, (2015) afirman que las temperaturas óptimas de crecimiento son de 18 a 23°C durante el día y de 7 a 15°C durante la noche.

Respecto a la humedad relativa favorable para el cultivo, se desarrolla adecuadamente a humedades relativas que se encuentren en el rango de 60 a 80%, aunque pueden tolerar menos del 60%. Elevadas humedades relativas favorecen el ataque de enfermedades como el moho blanco, moho gris y el mildiu veloso (Jaramillo *et al.*, 2016).

3.3.3.2 Luminosidad

La calidad del espectro de luz, intensidad luminosa y su duración, son las variables que más afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas. De manera general, se sugiere que altas intensidades luminosas promueven un mejor desarrollo de follaje en volumen, peso y calidad (Vallejo y Estrada, 2014).

3.3.3.3 Suelo

Bermúdez *et al.*, (2000) citado por Hernández (2012), encontraron que el contenido en arcilla del suelo más favorable para el cultivo de lechuga, está comprendido entre un 25-55 %, que corresponde a texturas francas, arcillo-arenosas y arcillo-limosas. El cultivo de la lechuga vegeta bien en terrenos francos y frescos como son suelos con textura franco-arenoso, franco, arcillo-limoso, que no retengan humedad excesivamente, con abundante materia orgánica.

3.3.4 Requerimiento de nutrientes del cultivo de la lechuga

García (2013) sostiene que la lechuga es un cultivo con baja eficiencia en la utilización del nitrógeno, por lo tanto, es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado para producir repollos de buena calidad. Mientras que Casaca (2005) citado por Velásquez (2019), afirma que la lechuga es exigente en abonado potásico, por lo que se debe cuidar los aportes de dicho elemento, sobre todo cuando las temperaturas son bajas.

Por otro lado, Jiménez (2017) propone un programa de fertilización en base a las necesidades del cultivo de lechuga: 190 kg N, 150 kg de P₂O₅ y 275 kg de K₂O fraccionado en dos tiempos.

Tabla 3. Estimación de la extracción de nutrientes durante un ciclo productivo de lechuga.

Elemento	Cantidad
Nitrógeno	130-220 kg ha-1
Fósforo	47-72 kg ha-1
Potasio	200-400 kg ha-1
Calcio	35-62 kg ha-1
Magnesio	12-48 kg ha-1

Fuente: Vallejo *et al.* (2004) citado por Hernández (2012).

3.3.5 Fenología del cultivo

3.3.5.1 Desarrollo de cultivo

Rincón (2008), menciona que las fases en que se divide el ciclo del cultivo completo son:

-Fase inicial del cultivo. Germinación y primeras etapas vegetativas.

-Fase de desarrollo del cultivo. Desde el trasplante hasta la formación de roseta de hojas.

-Fase de acogollado. Desde las rosetas de hojas hasta la formación completas de un cogollo de hojas (apretado en las variedades acogolladas y poco apretado en las variedades romanas)

-Fase de reproducción. Desde el final del acogollado hasta la formación de un tallo floral con semillas. Los criterios que definen la terminación del estado vegetativo la iniciación del estado reproductivo son la diferenciación y la formación inicial de los

primordios florales. Analizando los micro preparados y observando los cambios morfológicos en el ápice del tallo principal, se pudieron establecer cuatro etapas según (Pinzon *et al.*, 1993).

-Fase de diferenciación. Esta etapa se toma como referencia para determinar el cambio del ápice vegetativo a reproductivo y en ella se presenta un ensanchamiento del cono terminal, la aparición y aumento de las yemas florales con actividad organogénica. En la variedad Simpson, esta etapa ocurrió a los 93 días, aproximadamente y en la Great Lakes a los 126 días.

-Fase de desarrollo de los botones florales. Se aprecia claramente el desarrollo de las yemas florales basales, semejantes a las del cono apical, lo cual hace pensar que se inició el desarrollo de las inflorescencias secundarias.

-Fase avanzada de diferenciación. El número y tamaño de los botones florales se incrementa y en cada uno de ellos, se observan los diferentes verticilos índices de crecimiento.

3.3.6 Agronomía del cultivo

3.3.6.1 Almacigo o semillero

Existe una serie de métodos para producir plantines. Sin embargo, la mayoría de productores prefiere bandejas. Se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alvéolos, sembrando en cada alvéolo una semilla a 5 mm de profundidad (Casaca, 2005) citado por (Velásquez, 2019).

Velásquez (2019) cita a Ugás *et al.* (2000), de manera general, sugieren que el gasto de semilla va desde 0,5 a 0,6 kg/ha. (800-1000 semillas/g), sin embargo, se dice que la cantidad de semilla requerida para una hectárea depende de factores como densidad poblacional, porcentaje de germinación, uniformidad de germinación y porcentaje de trasplante.

3.3.6.2 Trasplante

Cada tipo de lechuga, según su hábito de crecimiento, tiene un marco de plantación distinto. El trasplante se realiza cuando las plantas tienen entre 10 y 12 cm de altura, esto se da entre los 30 a 40 días después de la siembra (Saavedra, 2017). La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del cepellón quede a nivel del suelo (García, 2013).

Posterior, se debe humedecer el suelo hasta llegar a capacidad de campo para crear condiciones de humedad adecuadas para que la plántula no sufra un estrés fisiológico. Las plantas no deben estar en contacto con la humedad, de esta manera se previene el ataque por hongos y desecación de raíces (Casaca, 2005) citado por (Velásquez, 2019).

3.3.6.3 Refalle

A los 7 días aproximadamente del trasplante se procederá a la selección de las plántulas que no prenderán, verificando el buen estado de las plántulas (Acosta, 2020).

3.3.6.4 Labores culturales

a) Riego

Independientemente del tipo de riego que se utilice, la calidad y el rendimiento del cultivo se ve afectado si la oportunidad de riego se retrasa o si la humedad en el suelo cae a valores muy bajos. El efecto más evidente del estrés hídrico será la reducción del tamaño y engrosamiento de las hojas de la lechuga (Saavedra, 2017).

El requerimiento hídrico del cultivo de lechuga es de 300 a 600 mm de agua durante todo el ciclo. Se recomienda que los riegos se realicen a primeras horas de la mañana o a últimas de la tarde, evitando las horas de alta temperatura por que se pueden originar desequilibrios como el amarillamiento de las hojas (Velásquez, 2019).

El déficit hídrico severo durante el cultivo provoca una merma importante de rendimiento sin afectar la calidad de semilla. Con un déficit hídrico suave (-0,8 bares)

se logra buen rendimiento y calidad de semilla. La caída del rendimiento por déficit hídrico se correlaciona con la disminución del peso seco, el número de inflorescencias y de semillas por planta (Gaviola, 2020).

b) Deshierbe

García (2013), menciona que Las lechugas presentan un período crítico de competencia las tres primeras semanas después del trasplante. Los deshierbes con herramientas manuales (azadón, escarda, guadaña y pala), son alternativas viables los primeros días posteriores al trasplante. En caso de infestaciones cuando el cultivo ya ha crecido, se recomienda hacerlo manualmente para evitar daños al follaje.

El cultivo debe mantenerse limpio desde la siembra o el trasplante hasta la cosecha, sin embargo, cuando las plantas han completado su floración es prácticamente imposible realizar control alguno, por este motivo tiene que alcanzar la fase de floración sin malezas (Gaviola, 2020).

c) Aporque

A medida que las plantas se desarrollan, tienden a inclinarse debido a su propio peso. Para evitar esto y favorecer un buen enraizamiento se realizan los aporques, que consiste en amontonar tierra en la parte inferior del tallo de la hortaliza o sea el cuello de la raíz. Pasado entre 7 a 10 días (Khuno *et al.*, 2017).

d) Polinización

EMBRAPA (1999) citado por Cruz (2007), menciona un detalle importante a ser considerado en la producción de semilla, es que todas las especies se cruzan preferentemente entre sí, siendo la polinización efectuada mayormente por abejas del género *Apis sp.* que participan con gran intensidad, teniendo que observarse una distancia mínima de 1500 m entre campos semilleros para que no ocurra polinización cruzada y ocurra contaminación genética del lote.

La semilla viene a ser cualquier parte de una planta que al ser sembrada va a originar una nueva planta; de acuerdo a esta definición existen dos tipos de semillas: De origen

sexual y asexual. En esta oportunidad vamos a hablar de la semilla sexual; La cual se origina luego de la fecundación del óvulo de parte del polen y tiene como característica resaltante la mezcla de información genética de sus progenitores (tamaño, forma de hojas, color, sabor, número de frutos, etc) Velásquez (2019) cita a Ugás *et al.* (2000)

3.3.6.5 Cosecha y post cosecha de las semillas de lechuga

Cabildolanzarote (2018), menciona que la lechuga es una hortaliza cuyo período de cultivo puede variar de 3 – 5 meses dependiendo del cultivar sembrado; sin embargo, si la cosecha no se realiza en su debido momento, la planta empezará a formar un tallo alargado central del cual emergerán cientos de pequeñas flores de color amarillo, las cuales, luego de ser fecundadas, empezarán a secarse y a formar pequeñas semillas de forma alargada que serán dispersadas por acción del viento. Todo este proceso puede durar entre 2 – 3 meses adicionales al cultivo; en los cuales se debe de seguir regando, para favorecer el desarrollo de las flores, salvo en la última etapa en la que se necesita sequía para que todos los nutrientes de la planta migren a las semillas.

Se aconseja cosechar cuando aproximadamente el 50 % de las flores posean el papus o vilano visible (Gaviola, 2020).

a) Extracción de la semilla

Antes de extraer las semillas se debe tener la certeza que las semillas ya se encuentran formadas, esto se realiza agitando levemente la planta y observando si las semillas caen con facilidad, si esto no sucede, significa que todavía están unidas a la planta porque les falta absorber más nutrientes de ella para terminar su formación (Peske, 2003).

Cuando las semillas se encuentran secas y se desprenden con facilidad, se corta toda la inflorescencia con cuidado de no dejar caer muchas semillas y se coloca en una bandeja, luego con ayuda de las manos se empieza a agitar y remover las inflorescencias buscando que las semillas caigan dentro de la bandeja; el resto se elimina (Cabildolanzarote, 2018).

b) Secado de semilla

Peske (2003), menciona que el secado de semilla consiste en remover el agua de la semilla. El agua está presente en forma líquida, en los constituyentes celulares, y en forma gaseosa en los espacios intercelulares. Como la retirada es por evaporación, el agua solo sale de la semilla en la forma gaseosa, requiriéndose de energía para la evaporación del agua líquida durante el secado. El secado de la semilla requiere que la evaporación de la humedad de la superficie sea acompañada por la migración de la humedad de su interior.

Cruz (2007) cita a EMBRAPA (1999), y menciona que las plantas pueden secar con temperaturas próximas a los 30°C y humedad relativa de 30%, después deben ser trilladas. La semilla cosechada debe tener una humedad de 12 – 14 %, para ello se debe usar un secador donde la temperatura no pase de 42 °C, hasta alcanzar la humedad deseada.

No espere a que todas las semillas de una vara floral se encuentren maduras para cosecharlas, corte la vara y déjela a secar dos días al sol sobre una lona plástica (FAO, 2011).

Tipos de secado

Peske (2003) citado por Cruz (2007), menciona que un secado natural, utiliza el viento y el calor del sol como energía para evaporar la humedad de la semilla. Es usado para pequeñas cantidades de semilla, como en el programa de mejoramiento, de algunas semillas de hortalizas, y de pequeños productores.

-Secado natural Peske (2003), menciona que el secado natural a pesar de no estar sujeto a riesgos de daños mecánicos y altas temperaturas, depende de las propiedades físicas del aire, las cuales muchas veces no son adecuadas para el secado de semillas. Un ejemplo claro es el caso de días con alta humedad relativa (90 – 100%) en días lluviosos y por la noche la humedad relativa generalmente es alta.

El secado se hace normalmente previo al ventilado. En condiciones ambientales de clima seco la semilla alcanza el equilibrio con tenores de humedad cercanos al 6,5 %. Para envasado hermético se aconseja disminuir el contenido de humedad de las semillas por debajo de 5,5 % (Gaviola, 2020).

-Secado artificial Peske (2003), menciona que en este método las propiedades físicas del aire son removidas por medios mecánicos, dividiéndose en tres tipos según el flujo de la semilla en el secador: estacionario, continuo e intermitente. Estacionario, método que consiste en forzar el aire a través de una masa de semillas que permanece sin moverse. Continuo, método que consiste en hacer pasar las semillas una sola vez por la fuente de calor, de tal forma que entren húmedas en el tope y salgan secas en la base del secador. Intermitente, el secador está sometida a movimiento y a la acción del calor en la cámara de secado a intervalos regulares de tiempo, así permitiendo la homogenización de la humedad y enfriamiento, cuando las mismas están dando la vuelta por las partes del sistema a donde no reciben aire caliente.

c) Tamizado

Obtención de las semillas, para separar la paja se puede utilizar un pequeño trozo de tela de tul como tamiz. Para separar la pelusa, se debe soplar con cuidado sobre puñados de semilla para que los cuerpos finos salgan volando; para esta actividad se recomienda usar gafas protectoras para evitar que la pelusa entre en contacto con los ojos. Luego de todo este proceso se va a tener una semilla limpia en un 90% y lista para sembrar; en caso todavía no se siembre se debe almacenar en envases de plástico o de vidrio cerrados; y colocados en lugares de ambiente fresco (donde la temperatura no sea elevada) y seco (con baja humedad) (Cabildolanzarote, 2018).

d) Análisis de semilla

Hampton (2001), citado por Cruz (2007), señala que la calidad de semilla puede ser vista como un patrón de excelencia que va determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén; y que es utilizada para reflejar el valor de la semilla para propósitos específicos, como es la distribución y comercialización.

Peske (2003) menciona que el análisis de semilla sirve para determinar los atributos de la calidad de semilla, siendo éste importante para cada empresa productora que busca alcanzar, mantener y evaluar la calidad de la semilla. Los atributos de la calidad son: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

-Genéticos: Peske (2003) menciona que los atributos genéticos involucra pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad del grano y resistencia a condiciones adversas de suelo y clima. Estas características son de alto grado influenciadas por el medio ambiente y son identificadas examinando el desarrollo de las plantas en el campo.

Contaminación genética se entiende aquella resultante del intercambio de granos de polen entre variedades diferentes; contaminación varietal se entiende a aquella resultante de la mezcla de semillas de diferentes variedades, ocurriendo la primera en la etapa de producción y la segunda en la etapa de post-cosecha. La calidad genética permite que la planta reproduzca fielmente las características seleccionadas por el mejorador y originara productos con la cantidad y calidad esperadas por el agricultor y consumidor Peske (2003).

-Físicos: Los más importantes según Peske (2003) son:

Pureza física. - Es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote, con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y cantidad de material inerte. Un lote de semillas con alta pureza física es indicativo que el campo de producción fue bien conducido y que la cosecha y el beneficiado fueron eficientes.

Humedad. - Es el contenido de agua en las semillas, expresada en porcentaje en función de su peso. Según la humedad podemos determinar el punto de cosecha, determinar el procedimiento más adecuado para cosecha, secado, acondicionado, almacenamiento, preservación de calidad física, fisiológica y sanitaria.

Daños mecánicos. - Una vez que se maneja la semilla esta sufre daños mecánicos, por tal motivo lo ideal es cosecharla y beneficiarla manualmente, pero esto es antieconómico. Por tal motivo se lo realiza mecánicamente.

Peso volumétrico. - El peso volumétrico es el peso de un determinado volumen de semillas, recibe el nombre de peso hectolitro es una característica que refleja el grado de desarrollo de la semilla. El peso está influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad de la semilla. (A menor tamaño mayor será el peso volumétrico), esta información nos sirve para el cálculo de la capacidad de silos y depósitos en general.

Peso de 1000 semillas. - Esta característica es usada para informar del tamaño y del peso de la semilla, para ajustar la maquina sembradora. También conociendo el peso de 1000 semilla y el número de semillas por kilogramo se puede determinar el peso de semilla a emplearse por área.

Aspecto. - La semilla será utilizada por el agricultor siendo el aspecto del lote de semilla un fuerte elemento de comercialización, la semilla debe ser buena y parecer buena.

Fisiológicos: Peske (2003) menciona los atributos fisiológicos como el metabolismo de la semilla está involucrado para expresar su potencial de desarrollo, mencionando las siguientes:

Germinación. - La germinación es expresada en porcentaje y su determinación esta estandarizada en el mundo entero para cada especie, el porcentaje de semillas es un atributo fisiológico obligatorio en el comercio de semillas. En función del porcentaje de germinación y de semillas puras el agricultor puede determinar la densidad de su siembra, también sirve para comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas, pudiendo presentar un resultado distinto en condiciones de campo.

Dormancia. - Es el estado en que una semilla viva se encuentra cuando se le dan todas las condiciones adecuadas para su germinación y la misma no germina. También se expresa en porcentaje, es la protección natural de la planta para que la

especie no se extinga en condiciones adversas, puede esto ser benéfica o no. Existe un término vinculado en semillas dormantes que germinan en condiciones adecuadas denominado viabilidad expresada en porcentaje e informa el potencial de germinación de un lote. Así viabilidad es la suma de semillas dormantes y de las que germinan en un análisis patrón de germinación.

Vigor. - Las pruebas de laboratorio frecuentemente no reproducen resultados a nivel de campo, pues en suelo rara vez se encuentran las condiciones óptimas para la germinación de las semillas, por tal motivo se desarrolló el concepto de vigor y las formas de determinarlo. Vigor es el resultado de la conjunción de todos aquellos atributos de la semilla que permite la obtención de un stand en condiciones de campo (favorable y desfavorable). Algunas de estas pruebas son germinación en frío, a calor excesivo, etc.

-Sanitarios. Peske (2003) menciona que las semillas utilizadas para propagación deben ser sanas y libres de patógenos. Semillas infectadas con enfermedades pueden presentar viabilidad baja o ser de bajo vigor. Las semillas son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos que pueden causar enfermedades en las plantas. Los patógenos transmitidos son: bacterias, hongos, nematodos y virus.

3.3.6.6 Rendimiento de la semilla

Actualmente no se tiene datos de la producción de semilla de lechuga en Bolivia y mucho menos de la variedad “cabeza de mantequilla”, ya que es un cultivo no conocido por nuestros agricultores.

Sin embargo, Zúñiga (2014), menciona que el rendimiento de la semilla de lechuga varía de acuerdo a la variedad, tenemos los siguientes: Lechugas tipo criollas 800 (kg/ha), lechuga tipo Grand Rapids 500 (kg/ha) y lechugas de cabeza 200-300 (kg/ha).

La semilla es pequeña y puede variar en calibre según la variedad. En general 1 g contiene entre 800 y 1,000 semillas, lo que implica un requerimiento de 100 g de semilla para establecer una hectárea con el sistema de almacigo y trasplante (INIA, 2014).

3.3.7 Plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos en la planta

3.3.7.1 Plagas

Pulgones (*Myzus persicae*): Los pulgones o áfidos existen de diferentes colores: verdes, amarillos, marrones y negros. Clavan su pico chupador y absorben savia, deforman hojas y brotes, que se enrollan (Khuno *et al.*, 2017).

3.3.7.2 Enfermedades

Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*): Es una de las enfermedades más frecuentes que afectan a la lechuga. Se desarrolla sobre los cotiledones y sobre las hojas de la corona, recubriéndolas con un filtro blanco más o menos denso, invade los tejidos foliares y posteriormente se ponen cloróticas, las hojas muy tocadas sobre las manchas se necrosan por completo y mueren. Este hongo va siempre ligado a las condiciones de humedad y temperatura entre 10 y 24 °C, con humedad relativa cercana al 100 % favoreciendo su desarrollo (Vallejo *et al.*, 2004) citado por (Hernández, 2012).

Oidio o polvillo (*Erysiphe cichoracearum*): Hongo ectoparasítico causante de la enfermedad Oídio, muy extendida por gran variedad de cultivos por contra de lo que se pueda pensar, su presencia es más común con niveles de humedad bajos, se desarrolla tanto en el haz como en el envés de la hoja, así como en los tallos, cubre de un micelio de color blanco de aspecto pulverulento las hojas se tornan amarillas y luego se secan, esto se debe a que los micelios bloquean sus estomas y dificultan la respiración. (Lee y Escobar, 2002).

3.3.8 Patógenos transmitidos por semilla

Las semillas pueden ser portadoras de un patógeno, debido a que, en alguna etapa del desarrollo del cultivo, la planta contrajo al agente patógeno, quedando alojado finalmente en la semilla como medio de propagación de la enfermedad, lo que recibe el nombre de infección. En cambio, existe otra forma de adquirir el patógeno denominada infestación, en la cual el agente se adhiere a la semilla durante la cosecha o en su manipulación posterior con el acondicionamiento y almacenaje o por

contaminación cruzada entre semillas enfermas y sanas. Transmisión Como: Hongos, Bacterias, Virus y Nemátodos (Khuno *et al.*, 2017).

3.3.8.1 Control de enfermedades transmitidas por semillas

Correspondiente al manejo del cultivo se recomienda seleccionar semillas libres de patógenos, sembrar en épocas poco favorables para el desarrollo de enfermedades, evitar el estrés de plantas, manejo del agua evitando los excesos de humedad, rotación de cultivos evitando especies que sean afectadas por el mismo patógeno, aislamiento entre las plantas destinadas para la producción de semilla y las destinadas para consumo, eliminación de plantas enfermas (Lee y Escobar, 2002).

El tratamiento de semilla, tiene como objeto eliminar las plagas y enfermedades que pudieran tener las semillas cosechadas. Lo ideal realizar tratamientos que sean de bajo costo, seguro e inofensivos para la salud de la familia y el medio ambiente a su vez efectivos (Saavedra, 2017).

3.4 Agricultura orgánica

Pelchor (2017) cita a Suquilanda (2003), la agricultura orgánica, al no utilizar insumos químicos sintéticos en los procesos productivos, garantiza la obtención de productos "limpios" y aptos para el consumo humano, al mismo tiempo ofrece ventajas económicas a los agricultores, dado que tiene mejores precios en el mercado, con respecto a los productos obtenidos en forma convencional. Su elaboración involucra todo un sistema natural en el que se usen varios procesos para dar como resultado alimentos y productos de procedencia comprobada muy buenos para la salud y el medio ambiente.

Los biofertilizantes para la semilla o el suelo, son preparados que contienen células vivas o cepas microbianas eficientes fijadoras de nitrógeno, con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (Dibut y Martínez, 2013).

3.4.1 Humus de lombriz y sus características

Las lombrices son una parte muy importante del proceso de fertilidad de la tierra, pues no solo se dedican a devorar la materia orgánica que encuentran, sino que cumplen otras funciones: ayudan a diluir ciertos minerales transformándolos en suelo orgánico y mezclan ciertas sustancias vegetales con otras situadas en las zonas más profundas procedentes del subsuelo favoreciendo el equilibrio entre arcilla y humedad. El resultado de este proceso es una tierra de estructura grumosa y esponjosa que facilita la aireación y retención de agua (Tencela, 2012).

Bollo (2001) citado por Blanco (2018), menciona que el humus está compuesto por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, las huminas. El mismo autor menciona, para poder determinar que el humus es de buena calidad, tendremos en cuenta entre parámetros como:

Tabla 4. Parámetros del Humus

Parámetro	Datos
pH	6,7 a 7,3
M.O.	28%
N	2%
Relación C/N	Rango de 9 a 13 Promedio de 75-80%
Contenido de Cenizas	< a 27%.

Fuente: Blanco (2018).

El humus estable es la materia orgánica ligada al suelo, decir sólidamente fijada a los agregados de color oscuro. Su composición es muy compleja (humina, ácidos húmicos y fulvicos). La fase de mineralización es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas: la amonificación (paso del N orgánico a amonio) y la nitrificación (paso de amonio a nitrato) (Garcia y Felix, 2014).

3.4.1.1 Dosis de humus recomendada para cultivos

Para el Humus sólido en cultivos extensivos basta con 0,5 kg/m². En huertas la dosificación es mayor a 2 kg/m². (NOSTOC, 2021)

Tabla 5. Dosis de humus recomendada

Especies	Cantidad recomendada
Frutales	2 Kg. / árbol
Hortalizas	1 Kg. / m ²
Recuperación de terrenos	2500-3000 L / ha
Macetas de 40 cm.	15 cucharadas
Macetas de 20 cm.	8 cucharadas

Fuente: (Blanco, s.f).

3.4.1.2 Efectos del humus de lombriz

Los ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas en los suelos, que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad (Tencela, 2012).

3.4.2 Características del compost

Compostadociencia (2015), define como un proceso bio oxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, debido a la actividad secuencial de una gran diversidad de microorganismos.

Eco celta (2012) citado por Guato (2015), coincide que el compost es el abono orgánico apto para el uso dentro de la agricultura agroecológica mediante la degradación de los materiales de origen animal y vegetal (fermentación) a través de bacterias, hongos y otros microorganismos; en el cual se transforma en abono y aporta nutrientes necesarios para su desarrollo y producción mejorando sus cualidades productivas de flores y frutos de los cultivos.

3.4.2.1 Tipos de restos orgánicos que se puede compostar

Abarra (2012), manifiesta que todo material que se emplee de una u otra forma influirá a lo largo de todos los procesos de compostaje que se irán produciendo. Por ello se debe adoptar la precaución de no incluir nunca en el compostaje elementos tóxicos o nocivos (fungicidas, herbicidas y cualquier tipo de pesticidas porque siempre dejan algún rastro).

Entre los materiales orgánicos compostables sin problemas están: las plantas del huerto o jardín, hierbas adventicias o mal llamadas "malas hierbas", (mejor antes de que hagan semillas), estiércol y camas de corral, ramas trituradas o troceadas procedentes de podas (hasta unos 3 cm de grosor), matas y matorrales, plantas medicinales, hojas caídas de árboles y arbustos, restos de frutas y hortalizas, restos orgánicos, alimentos estropeados o caducados, cáscaras de huevo (mejor trituradas), cáscaras de frutos secos, etc. (Abarra, 2012).

3.4.2.2 Propiedades del compost

Soliva (2001) citado por Ochoa (2012), da a conocer algunas de las propiedades más importantes del compost.

a) Propiedades Físicas

Humedad: Se expresa como contenido de agua por peso seco. Oscila entre los 35-45%.

Densidad aparente: Suele ser de 400- 700 kg/m³.

Granulometría y Porosidad: El tamaño de las partículas tiene que ser mayor 2,5 mm sobre el 90% del producto.

Olor: Está relacionado con otros parámetros.

Color: El color tiene que ser entre color marrón oscuro, casi negro. Depende del material original.

b) Propiedades Químicas

pH: Este parámetro ha sido considerado como indicador de la evolución. De forma general el pH desciende inicialmente por la formación de ácidos orgánicos y a medida que avanza sube para estabilizarse en valores de 6,5 a 8,5.

CIC: Las cargas de la materia dependen del pH, de forma general tenemos que la CIC aumenta con el pH y el proceso de compostaje.

Nt: Está relacionado con los materiales iniciales, el proceso de compostaje y las condiciones de maduración y almacenaje. La cantidad máxima recomendada no debe superar los 170 kg/ha.

Elementos potencialmente tóxicos: Metales pesados.

c) Propiedades Biológicas

Actividad microbiológica: Se mide la respiración del suelo, relación C/N, biomasa, mineralización N, determinación del ATP. Evaluación de la madurez y estabilidad como índice de calidad.

Relación Carbono-Nitrógeno (C/N): Moreno y Moral (2008) citado por Guato (2015), manifiestan que la relación C/N, expresa las unidades de C por unidades de N que contiene un material. El C es una fuente de energía para los microorganismos y el N es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Una relación C/N óptima de material "crudo o fresco" a compostar es de $C (25) / N (1) = 25$. En términos generales, una relación C/N inicial de 20 a 30 se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje.

Humedad: Román, *et al.* (2013), señala que es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en relación

C/N. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la “técnica del puño”.

El pH: El rango de pH para los microorganismos en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5), en el cual asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los microorganismos. (Sztern y Pravia, 2010) citado por (Guato, 2015).

La aireación: Es un factor primordial ya que aporta oxígeno, y permite un control de la temperatura de la masa, la eliminación de agua y la evacuación de CO₂ y otros gases generados durante la biodegradación de la materia orgánica. La demanda de oxígeno cambia a lo largo del compostaje de forma que al inicio del proceso y durante la fase termófila, existe mayor demanda debido al pronto crecimiento de las distintas poblaciones microbianas. Una concentración de oxígeno comprendida entre el 15 y el 20% se considera óptima. (Compostadociencia, 2015).

Negro y Villa (2013) “los microorganismos aeróbicos necesitan oxígeno para su funcionamiento ya que la compostera debe contener una óptima proporción de aire en sus poros” con ello contribuye para el normal funcionamiento de esta flora mineralizante.

3.4.2.3 Manejo

Román, *et al.* (2013), indican que el compost lleva un periodo de 3-6 meses (valles) de descomposición aeróbica (compostaje), en donde se encuentra en un estado de semi maduración con métodos rápidos el periodo se puede acortar hasta los 2 meses. Los componentes orgánicos iniciales se pueden reconocer parcialmente y presentan un color marrón oscuro; mientras que el compost fresco tiene una actividad biológica elevada. El % de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas es más elevado que en el compost maduro y por lo tanto estimula mucho el crecimiento.

3.4.2.4 Sistemas de compostaje

Arantzazu (2014), manifiesta que existen numerosos métodos para transformar materiales orgánicos mediante el compostaje, casi todos ellos se basan en el control de la aireación por su mayor control en la aceleración del proceso. Entre los más importantes están:

En pilas o montones dinámicos: El material se dispone en largas pilas o montones de 2 a 4 m de altura, que pueden estar cubiertas o no. La aireación se lleva a cabo por convección natural ayudada por volteos periódicos. La frecuencia de los volteos depende de la humedad, textura y estabilidad de la mezcla y se realiza para controlar la aireación (Agrowaste, 2015).

En pilas estáticas aireadas por insuflación: Es un sistema donde la pila de compost permanece estática a lo largo del proceso de compostaje. El aire se introduce a través de un sistema situado en el suelo bajo la pila y este sistema sirve para eliminar las condiciones anaerobias ya que asegurado un volumen constante de aire que además puede regularse a través de controladores según las necesidades de la masa. (Agrowaste, 2015).

En reactores o contenedores: Este sistema se aplica cuando se requieren tasas elevadas de transformación y condiciones muy controladas. El compost se hace rápidamente, estos sistemas son más complejos y más costosos de construir, operar y mantener y están provistos de un sistema de agitación que permita una aireación y homogeneización de la masa, duran entre 1 y 3 meses. La finalidad de estas metodologías es acelerar el proceso de transformación. (Agrowaste, 2015).

3.4.2.5 Beneficios del compost

Cabezas (2014), da a conocer los beneficios más relevantes que presenta el compost al ser incorporado al suelo.

- Incrementa la disponibilidad de N, P, K, Fe, y S.
- Incrementa la eficiencia de la nutrición, particularmente en N.

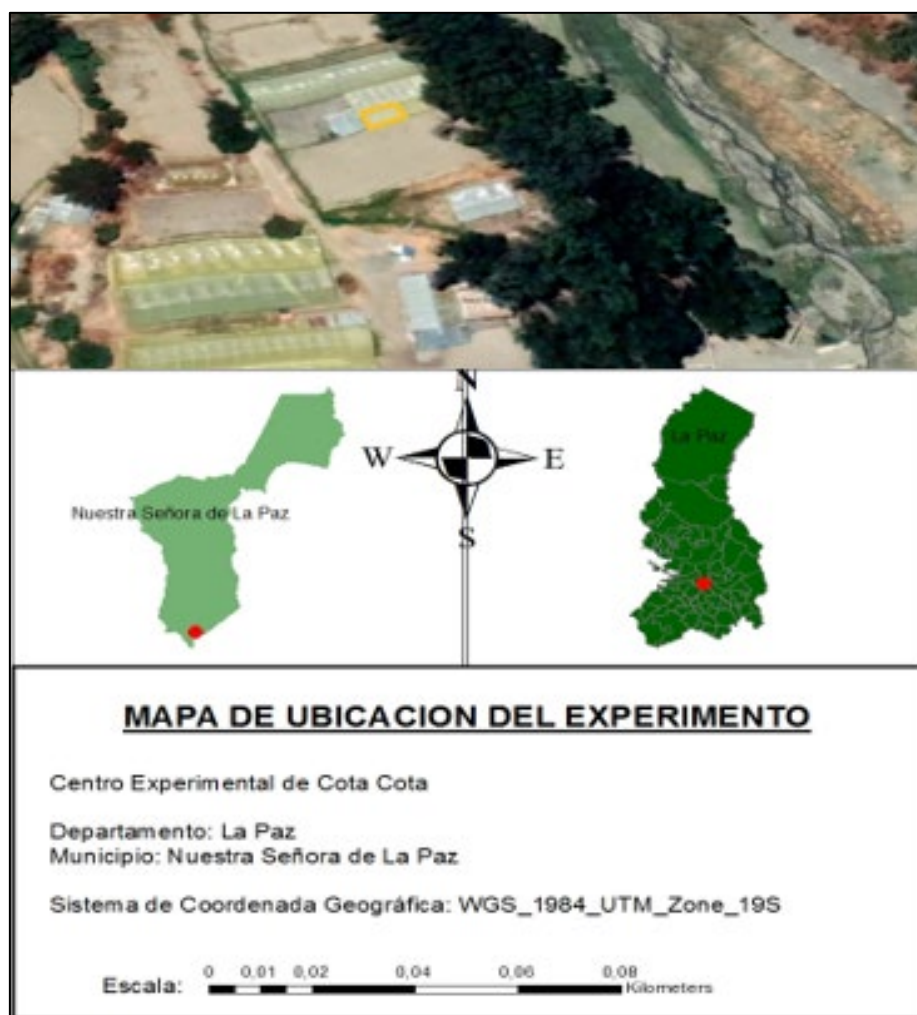
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de los hongos y bacterias que afectan las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando a los sueltos y arenosos.
- Mejora la porosidad y por consiguiente la permeabilidad y ventilación y reduce a erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- Es una fuente de energía la cual incentiva la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

4 LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El presente estudio de investigación se realizó en los predios del Centro Experimental Cota Cota (Figura 1) dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, el cual se localiza en el municipio de nuestra Señora de La Paz, ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, registrada a unos 15 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente situado a $16^{\circ}32'04''$ de latitud Sur y $68^{\circ}03'44''$ de longitud Oeste a una altitud de 3445 m.s.n.m (Mapbox, 2016).

Tabla 6. Área del estudio



Fuente: Elaboración propia (2022).

5 MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1 Materiales

5.1.1 Material biológico

a) **Semilla;** se utilizó semilla de lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla”, es una lechuga romana vigorosa, produce hojas medianas verdes, con textura de hoja lisa, redondeadas en lo alto y en biseladas hacia el tallo (forma de V). Los márgenes de la hoja son sobre todo lisos con la dentadura leve. Tiene Resistencia al Moho suave (pathotypes yo, IIA, III, IV, V) (Environment, 2022).

Presentan cabeza cerrada o semiabierta, superficie de las hojas muy lisa, textura suave, un tanto aceitosa, hojas verdes-amarillas.

b) **Humus de lombriz;** se utilizó humus de lombriz recolectado del lumbricario del Centro Experimental Cota Cota.

c) **Compost;** se utilizó compost recolectado del Centro Experimental Cota Cota.

5.1.2 Material de campo

- Pala, picota, carretilla, flexómetro, malla semi sombra, malla antiáfidos, agofilm, regadera, 1 jarra con medidas y ventilador.

5.1.3 Material y equipo de laboratorio

- Termómetro de temperaturas máximas y mínimas.
- Equipos de laboratorio balanza de precisión eléctrica, cajas petri, algodón, marcador indeleble, sobres de papel, pinzas de punta fina, papel periódico, cordel.

5.1.4 Material de gabinete

- Computadora, impresora, cuaderno de campo y cámara fotográfica.

5.2 Metodología

5.2.1 Procedimiento de estudio experimental

5.2.1.1 Descripción del ambiente atemperado

Los ambientes atemperados o invernaderos, son ambientes que crean microclimas aptos para el desarrollo de los cultivos, que de otra manera no se desarrolla a la intemperie. La construcción por lo general es sencilla, se utilizan adobes para los muros, maderas o fierros de construcción para el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para la cubierta (Reyes, 2016).

La infraestructura del área de trabajo, tiene las siguientes características: invernadero capilla, carpa solar tipo doble agua, con soportes de metal en el centro, cubierta de polietileno (Agrofilm) y malla antiáfida, con ventilación en los laterales del invernadero. Sin embargo, se ayudó para una mejor ventilación con un sistema de fluido en este caso una máquina (artefacto ventilador), el piso con cubierta de cemento y paredes de ladrillo hasta la mitad de la construcción.

La operación de calcular los beneficios de los tratamientos en un ensayo implica varios pasos: Identificar todos los sitios que pertenecen al dominio de recomendación ya que el análisis económico se efectúa con los resultados combinados de un experimento sembrado; Los rendimientos medios para cada tratamiento si son coherentes se realiza un análisis estadístico de los resultados; Si se cree que existen diferencias entre los resultados experimentales y los rendimientos se debe ajustar hacia abajo; Calcular el precio de campo del cultivo para obtener los beneficios brutos de cada tratamiento; Restar el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo para obtener los beneficios netos. (Perrin *et al.*, 1988).

5.2.1.2 Análisis de suelo

Se procedió a tomar muestras del suelo que anteriormente fue recolectada del Centro Experimental Cota Cota, las cuales fueron mezcladas, cuarteadas, hasta obtener 1 kg de muestra de suelo; posteriormente fueron enviadas al laboratorio de la facultad de

Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, en el cual se analizaron las propiedades físico-químicas del suelo.

5.2.1.3 Preparación y desinfección del sustrato

Se procedió al desinfectado del suelo con agua hervida, en fecha 6 de octubre, el sustrato tuvo las proporciones de 1:2:3 (turba, arena y suelo). Para luego incorporar los respectivos abonos.

5.2.1.4 Almacigo

La siembra de semilla de lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla”, realizada en fecha 13 de octubre de 2020 y la mezcla de sustrato con humus de lombriz, la misma fue puesta en una almaciguera de madera con las siguientes dimensiones: largo 1m, ancho 0,70 m y 0,15 m de profundidad. Para la siembra la profundidad de la semilla fue de 0,2 a 0,3 cm (2 a 3 mm) aproximadamente.

5.2.1.5 Análisis del compost

Se tomó una muestra de compost en cantidad de 500 g y se envió al laboratorio de la facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, en el cual se analizaron las propiedades químicas.

5.2.1.6 Análisis del humus de lombriz

Posteriormente, se tomó una muestra del humus de lombriz en cantidad de 500 g y se envió al laboratorio de la facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, en el cual se analizaron las propiedades químicas del mismo.

5.2.1.7 Delimitación de los bloques y aplicación de tratamientos

Se procedió a delimitar los bloques, para esto se tenía camas realizadas de madera, las mismas divididas en tres secciones. En cuanto a los tratamientos cada uno tuvo una longitud de 1,3 m y un ancho de 1 m.

5.2.1.8 Trasplante

El trasplante se realizó el 12 de noviembre de 2020 al lugar definitivo. Se seleccionaron plantas homogéneas con altura de 6 a 8 cm y con un tallo de 3 mm de diámetro, las plantas contaban con tres y cuatro hojas verdaderas. Plantines que se desarrollaron en 4 semanas después de su siembra en almacigo.

Se procedió a la apertura de hoyos pequeños a una profundidad de 5 a 6 cm con ayuda de una pala de jardinería, se introdujo en el hoyo el plantin con mucho cuidado evitando dañar las raíces, para luego cubrirlas con tierra hasta el nivel del tallo.

Después de la plantación, se realizó un riego pesado, con cuidado para asegurar un buen prendimiento.

5.2.1.9 Refalle

Una vez pasada la primera semana del trasplante, se evaluó el prendimiento de los plantines, al encontrar una pequeña cantidad de plantines que no se adaptaron, se procedió al reemplazó por otros.

5.2.1.10 Toma de datos

Una de las actividades de importancia, para nuestro trabajo de investigación, fue la toma de datos de las variables de respuesta, el mismo se realizó una vez por semana para la variable altura de la planta y número de hojas, en cuanto las variables días a la floración y días a la cosecha se observó el 50% de las plantas que tuvieron los cambios fisiológicos y para el peso de las semillas por planta y rendimiento, se realizó en la etapa de cosecha en fecha 3 de agosto. Se tomo muestra por unidad experimental 5 plantas, teniendo un total de 45 muestras en planilla de registro.

5.2.1.11 Aporque y deshierbe

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunas hierbas, las cuales fueron controladas manualmente mediante el deshierbe una vez por semana, con el objeto de evitar la competencia de absorción de nutrientes con el cultivo.

En cuanto al aporque, se hizo una remoción superficial de suelo esto para oxigenar el mismo, evitando maltratar las raíces, este proceso se realizó dos veces en todo el ciclo de la planta.

5.2.1.12 Riego

Debemos señalar que el riego es fundamental para los cultivos, en la etapa de almácigo, se rego una vez por día, por las tardes, ya que a esta hora hay disminución de temperatura y menos pérdida de agua.

Posteriormente, cuando el cultivo estuvo en el terreno definitivo la frecuencia de riego fueron 3 veces por semana. Para este fin se usó una regadera, la misma que nos permitió dotar 2,5 litros de agua por hora, de esta forma tener una mejor proporción del agua.

5.2.1.13 Controles fitosanitarios

Se realizó controles preventivos como ser un control etológico con trampas de colores. A las 8 semanas después del trasplante se presentó el ataque de oidio el cual fue contrarrestado con un preparado orgánico obtenido del biomarket y con el preparado de caldo sulfocalcico y a las 10 semanas se muestra el ataque de pulgones misma fue contrarrestado con un preparado de cebolla y ajo obtenido ambos de biomarket de la Facultad de Agronomía.

5.2.1.14 Cosecha de semillas

Se realizó una cosecha integral, cortando los tallos florales cuando se estimó que la mitad de los capítulos de la planta tienen el papus desarrollado y seco (llamado estado de penacho).

a) Recolección de plantas

La recolección de plantas muestras se realizó en fecha 3 de agosto del año 2021 en hojas de periódico, donde se envolvieron por unidades, recolectando individualmente

las plantas por unidad experimental, y todos estos previamente identificados, teniendo cuidado de no mezclar los tratamientos.

b) Secado de semillas

Se realizó el secado de las semillas en cajas de papel armadas con ayuda de grapas, esto por dos semanas aproximadamente, colocándose una planta por caja de papel, teniendo cuidado de no mezclar las semillas de una y otra planta, se realizó un secado natural colocando las cajas de papel en una mesa y de esta forma producir un cruce de aire natural.

c) Trillado y separado de la semilla

Para el trillado se colocaron las plantas individualmente en yute con mucho cuidado de no derramar las semillas, en esta se realizó el estrujado hasta liberar las semillas de la planta, después con ayuda de un tamiz se procedió a separarlas del rastrojo, una vez limpia las semillas se colocó en sobres de papel con su respectiva identificación.

d) Análisis de la semilla

Para ver la calidad fisiológica de la semilla, se procedió a poner 30 semillas en cada caja Petri, por tratamiento, en el cual se vio el porcentaje de germinación de las semillas a los 4 y 5 días de haberlas sembrado.

5.2.2 Diseño experimental

El presente trabajo se desarrolló bajo un diseño de bloques al azar, con tres bloques, tres tratamientos, lo gradiente de bloque fue la luz.

5.2.2.1 Factores de estudio o tratamiento en estudio

Dos diferentes abonos (Compost y humus de lombriz).

Tabla 7. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Abonos
T ₁	Testigo 0 kg/m ²
T ₂	Compost 2,5 kg/m ²
T ₃	Humus de lombriz 1,5 kg/m ²

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.2.2.2 Modelo de análisis estadístico

Modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = u + \beta_j + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} =Una observación cualquiera

u = Media Poblacional

β_j= Efecto aleatorio del j-esimo bloque

T_i= Efecto del i-ésimo tratamiento de abono orgánico

ε_{ij}=Error experimental.

Tratamientos **i=3** Repeticiones **r=5**

5.2.3 Características de la parcela experimental

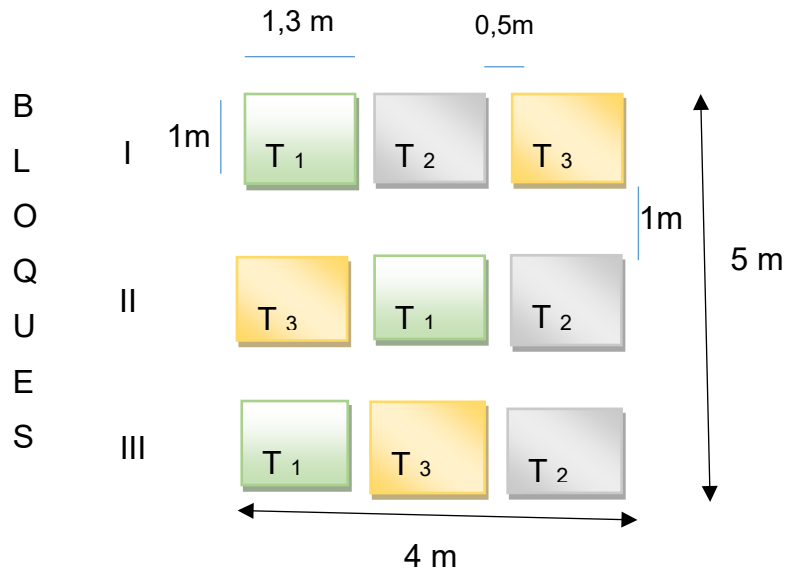
Tabla 8. Descripción del área experimental

Descripción	Detalle
Dimensión del área experimental	(5*4) m
Área total de estudio	20 m ²
Número de tratamientos	3
Número de bloques	3
Área del bloque	(4*1) m= 4 m ²
Área de la parcela	(1,3*1) m= 1,3 m ²
Numero de hileras	2
Número de plantas por hilera	4
Número de plantas por parcela	8
Número total de plantas del ensayo	72
Número de plantas hacer evaluadas	5
Distancia entre plantas	0,25
Distancia entre hileras	0,30 m
Pasillo	0,60 m

Fuente: elaboración propia (2022)

5.2.4 Croquis experimental

Figura 1. Croquis del experimento



5.2.5 Variables de respuesta

Se evaluaron las siguientes variables de respuesta.

5.2.5.1 Variables agronómicas

Entre las variables agronómicas que se evaluó fueron las siguientes:

a) Altura de planta (cm)

Se evaluó a los 15 días después del trasplante hasta la cosecha de semilla, la variable se midió con flexómetro expresado en cm, desde la base del tallo hasta el ápice.

b) Número de hojas (conteo)

Para esta variable se realizó un conteo de las hojas por planta.

c) Días a la floración (días)

Esta variable se tomó en el momento en el que más del 50 % de las plantas iniciaron la fase de floración, por tratamiento, el mismo se expresó en días.

d) Días a la cosecha (días)

La cosecha se realizó cuando el papus se podía evidenciar en más del 80% de la planta, esto nos indica que están listas para el corte de la inflorescencia. Se cosecharon por planta y por unidad experimental, separadamente en sobres de papel, independiente para su posterior pesaje y registro.

5.2.5.2 Variables de rendimiento

a) Peso de semillas por planta (g)

Se procedió al pesado de semillas de las plantas muestreadas por unidad experimental.

b) Número de semillas por gramo (g)

En el laboratorio ya obtenida la semilla separada en sobres se realizó el contaje del número de semillas presentes en un gramo con ayuda de una balanza de precisión.

c) Rendimiento (g/m²)

Una vez obtenido el peso de las semillas por planta, se realizó los cálculos necesarios para sacar el rendimiento por metro cuadrado.

d) Porcentaje de germinación (%)

Para este dato se realizó el contaje de 30 semillas y se las colocó en cajas Petri con algodón humedecido, se tomó los datos después de sembrada la semilla y se sacó el porcentaje de germinación según semillas germinadas por tratamiento, finalmente se anotó el promedio para análisis de datos.

5.2.5.3 Variables económicas

Para el análisis económico, se realizó un cuadro de costos de producción de la semilla de lechuga, donde se presentan los costos variables, beneficio bruto, beneficio neto y el análisis que corresponde al beneficio/costo.

a) Costos variables (CV)

Se identificó los insumos que varían en cada tratamiento del ensayo realizado, también se calcularon dichos costos por tratamiento basándose en el precio del mercado, teniendo estos valores se procedieron a sumar los totales.

b) Beneficio bruto (BB)

El beneficio bruto se calculó multiplicando el precio de la semilla por el rendimiento obtenido de cada tratamiento con la fórmula siguiente:

$$Bb = P * R$$

Dónde:

Bb = Beneficio bruto (Bs/m²)

P = Precio del producto (Bs/g)

R = Rendimiento en (g/m²).

c) Beneficio neto (BN)

Esta variable económica se obtuvo restando el total de los costos variables del beneficio bruto. Como muestra la siguiente fórmula:

Dónde: $BN=BB-CV$

Bn = Beneficio neto (Bs/m²)

Bb = Beneficio bruto (Bs/m²)

CV = Costos variables (Bs/m²)

d) Beneficio costo (B/C)

Este valor de ganancia se obtuvo dividiendo el beneficio bruto con el total de los costos a través de la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{Bb}{CV}$$

Dónde:

B/C = Beneficio/Costo

Bb = Beneficio bruto (Bs/m²)

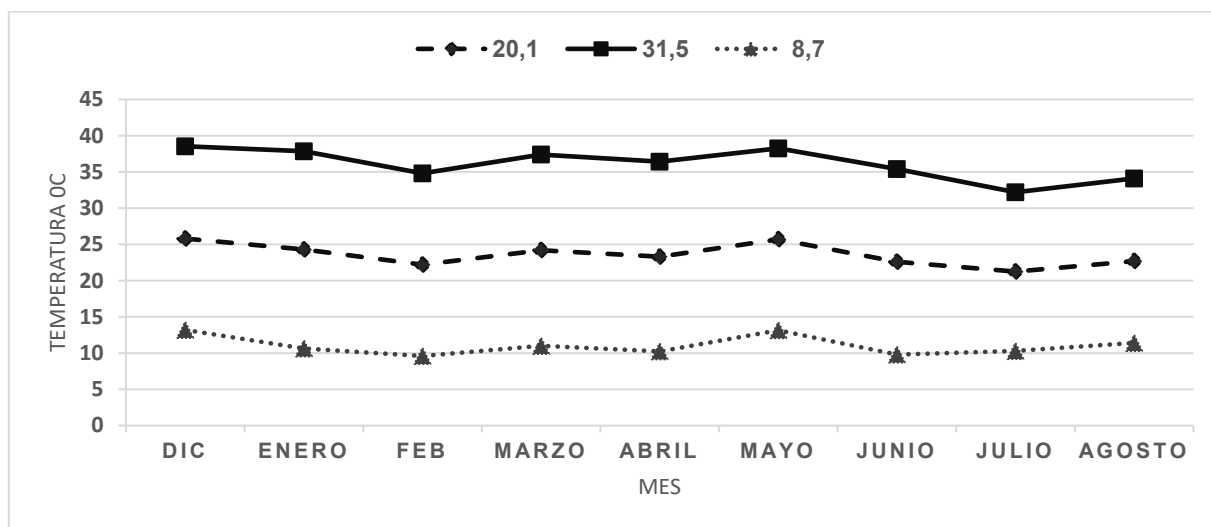
CV = Costos variables (Bs/m²)

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Descripción de las temperaturas registradas en el ambiente protegido durante el desarrollo del cultivo

Para el registro de la temperatura dentro del invernadero, se utilizó un termómetro de máximas y mínimas, instalado al centro del área del cultivo a una altura de 40 cm, lo que permitió registrar datos de temperatura sin ser afectado con la temperatura del suelo, cuidando que las plantas crezcan de manera óptima, también se procedió al conectado del ventilador, para que haya mayor fluidez de aire. Los datos registrados indicaron una temperatura media máxima en el mes de diciembre de 25,8 °C y temperatura media mínima en el mes de julio con 21,25 °C, temperaturas adecuadas para el normal desarrollo del cultivo de lechuga. Ver anexo 1.

Figura 2. Fluctuación de la temperatura registrada durante el desarrollo del cultivo gestión 2020-2021 en el invernadero



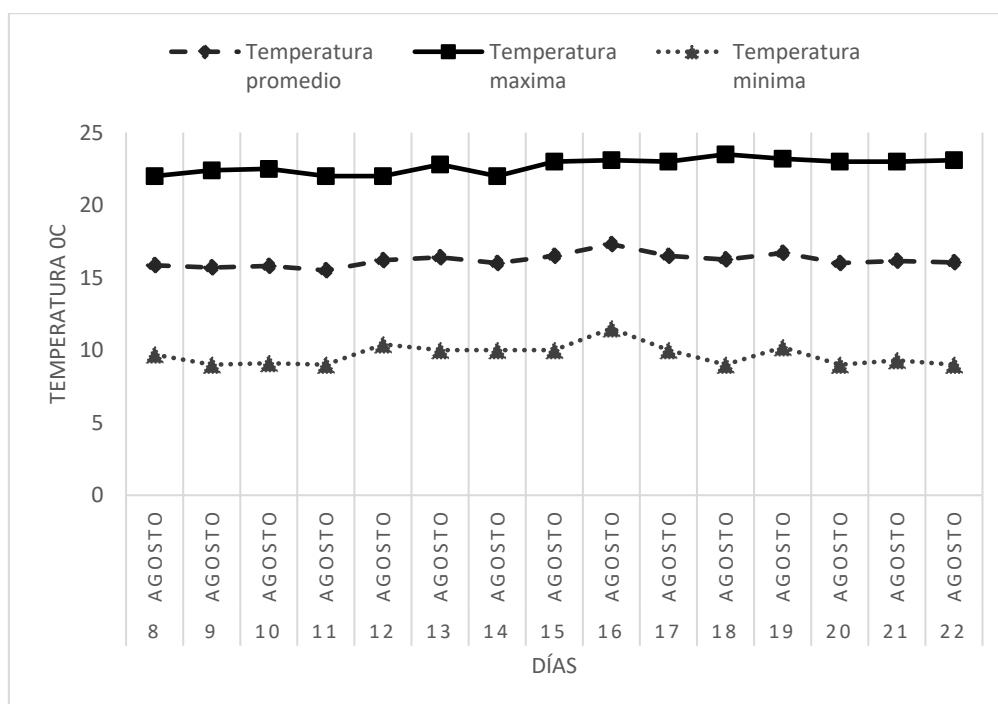
Fuente: Elaboración propia (2022)

El cultivo de lechuga necesita temperaturas diurnas de 17 a 28 °C y nocturnas entre los 3 a 12 °C, pudiendo variar las exigencias de acuerdo a las variedades (Mendoza, 2011). Para la producción de semilla de lechuga se prefiere climas secos con ausencia de lluvias y vientos fuertes durante la maduración de las semillas.

6.1.1 Temperatura registrada durante el secado de las semillas

La temperatura de secado (Figura 3) fue constante tanto en el día como en la noche, dentro del área designada para el secado de la semilla de lechuga, la temperatura mínima del ambiente fue de 9 °C y la máxima de 23,5 °C, con un promedio de 17,3°C.

Figura 3. Temperatura registrada al momento del secado de la semilla mes de agosto gestión 2021 al interior del laboratorio



Fuente: Elaboración propia (2022)

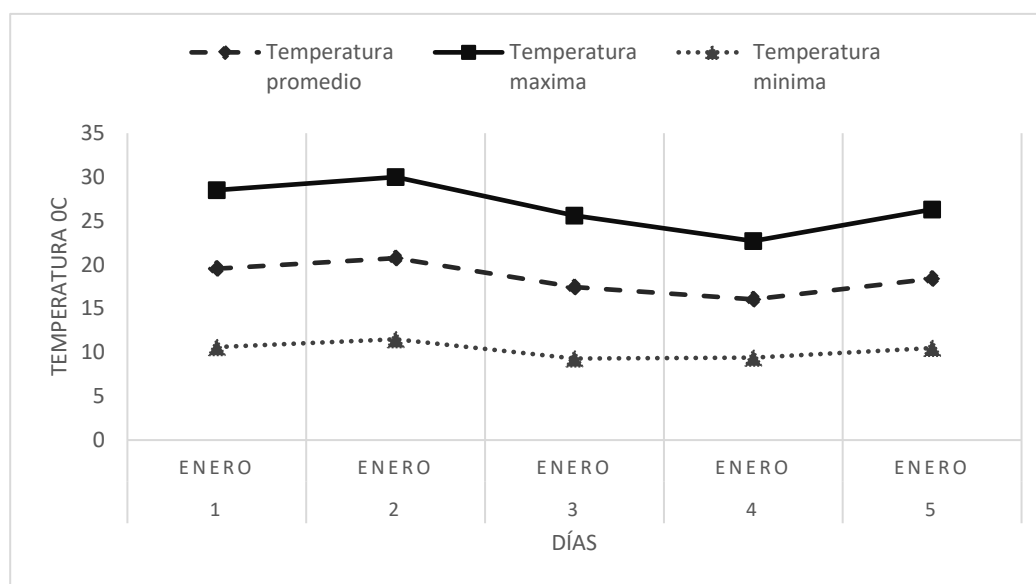
El secado fue natural realizándose en un ambiente cubierto donde no le llegaron los rayos del sol directamente a la semilla y contaba con una aireación adecuada sin el uso de ningún tipo de equipo, teniendo muestras diferentes y se debía tener un buen trato para no dañar la semilla por tal motivo el secado se realizó en cajas de papel colocados sobre una mesa, en un cuarto con buena ventilación, la clave para un buen secado es la circulación de aire realizando el secado en un total de 15 días desde la recolección.

Según el método de secado que recomienda Peske (2003), el secado en sacos o cajas es usado en programas de mejoramiento y en trabajos de investigación, donde la cantidad de semilla es pequeña, y el número de variedades, linajes o muestras son numerosos. El secado consiste en un piso de madera o concreto donde se colocan las bolsas o cajas con las semillas, y se adiciona una ventilación con sistema de aire caliente de 10 °C como mínimo, pudiendo usarse también temperaturas máximas entre 20°C y 40°C. encontrándose que la temperatura de 17,3 °C como promedio del experimento ingresa en el rango de temperaturas para el secado de semillas sin que esta sufra algún daño.

6.1.2 Temperatura registrada durante la germinación

La temperatura de la germinación de la semilla (Figura 4) fue constante, dentro del área designada para la germinación de la semilla de lechuga, la temperatura mínima del ambiente fue de 9,3 °C y la máxima de 28,5 °C, con un promedio de 20,75°C.

Figura 4. Temperatura registrada al momento de la germinación mes de enero gestión 2022



Fuente: Elaboración propia (2022)

La temperatura óptima de germinación de la semilla de lechuga es alrededor de los 20 °C mientras que a los 30 °C este proceso prácticamente se paraliza en algunas

cultivares. Existen variedades que presentan tolerancia a la germinación con temperaturas elevadas. Las semillas provenientes de plantas madres criadas a altas temperaturas germinan mejor cuando se colocan a germinar a temperaturas superiores a los 30 °C (Gaviola, 2020).

6.2 Características físicas y químicas del suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de la facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), presenta los siguientes resultados:

Tabla 9. Análisis- físico químico del suelo

PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES
Clases textural	Franco	
Densidad aparente	0,909	g/cm ³
pH	5,67	
Conductividad eléctrica (CE)	0,29	mmho/cm
Materia orgánica (MO)	9,02	%
Nitrógeno total	0,38	%
Fósforo disponible	13,4	ppm
Potasio intercambiable	0,79	meq/100g S
Calcio intercambiable	1,78	meq/100g S
Magnesio intercambiable	0,53	meq/100g S
Sodio intercambiable	0,32	meq/100g S

Fuente: LAFASA (2021).

En cuanto al suelo Infoagro (2018), menciona que la planta de lechuga, prefiere suelos cuyos 0,5 m superficiales sean sueltos, que presente un porcentaje de pedregosidad menor al 15% y cuya pendiente no exceda el 6% para evitar limitaciones y estos deben ser ricos en materia orgánica.

La profundización de la raíz puede verse influenciada por la estructura y textura del suelo. Si el suelo está compactado o es demasiado arcilloso las raíces no profundizarán adecuadamente y el desarrollo de la planta podría verse afectado. Al

aplicar los abonos orgánicos mejora la estructura del suelo, que comprende su granulación, aumenta el espacio poroso y retiene mayor humedad (Agromática, 2012).

Environment (2022) menciona que el cultivo de lechuga, es relativamente sensible a la salinidad, el rango adecuado se encuentra entre 1,0 y 1,4 dS/m, a medida que se sobrepasa este rango, el rendimiento sufre una reducción del 6,2 – 8 % por cada dS/m. En nuestro caso la conductividad eléctrica (CE) es de 0,29 mmho/cm tiene una salinidad baja.

El pH es de 5,67 según nuestro cuadro de análisis, entonces este resultado está un poco alejado del ideal. El cultivo se desarrolla mejor cuando el pH se encuentra en un rango de 6 a 6,8, valores de pH menores de 5,5 ocasionan un pobre desarrollo y valores por encima de 7,3 son el límite para el buen crecimiento (Jaramillo *et al.*, 2016).

El contenido de materia orgánica (MO) del suelo fue alto con 9,02%; el contenido de nitrógeno presentó un valor de 0,38 % de la misma manera alta Chilon (1997). El contenido de potasio es alto con un valor de 0,79 meq/100 g suelo, el fósforo está en el rango permitido 13,4 ppm, el cultivo puede verse favorecido tanto en la estructura como en el rendimiento del mismo, En cuanto al calcio tenemos un resultado de 1,78 meq / 100 g suelo un resultado alto, por otro lado, Mg y Na cuyos resultados son bajos (Martinez, 2020).

6.3 Característica química del humus de lombriz

El humus de lombriz fue obtenido del Centro Experimental Cota Cota y llevada a análisis obteniendo los resultados en el laboratorio de la facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), presentando los siguientes parámetros:

Tabla 10. Análisis químico del humus de lombriz

PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES
pH	7,47	
Conductividad eléctrica (CE)	5,55	mmho/cm
Materia orgánica (MO)	33	%
Nitrógeno	1,7	%
Fósforo	0,1	%
Potasio	0,03	%

Fuente: Análisis químico LAFASA (2021).

Chilón (1997), menciona que el humus de lombriz tiene los siguientes datos: pH 7,8; (MO) 32%; nitrógeno 1,9 %; fosforo 1,86 % y potasio 1,3 % esto en su cuadro características de Abonos Orgánicos. En cuanto a nuestros resultados podemos decir, que la (MO), N y pH está en el rango permitido, por otro lado, P y K son muy bajos.

El nitrógeno, influye sobre el momento de cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa, el fósforo mejora la calidad de hortalizas, alargando el periodo de conservación y mejorando ciertas características de mercado, como aspecto productivo. El valor registrado es considerado óptimo para el cultivo de lechuga (Jaramillo *et al.*, 2016).

Cuando la planta se encuentra en situación de estrés (frío, agua fría, etc), la planta absorbe buena cantidad de fósforo que ha de estar en condiciones disponibles para facilitar el aumento de tamaño (Agromática, 2012).

6.4 Característica química del compost

El compost fue obtenido del Centro Experimental Cota Cota y llevada a análisis obteniendo los resultados en el laboratorio de la facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA), presentando los siguientes parámetros:

Tabla 11. Análisis químico del compost

PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES
pH	7,7	B
Conductividad eléctrica (CE)	4,6	mmho/cm
Materia orgánica (MO)	23	%
Nitrógeno	1,1	%
Fósforo	0,37	%
Potasio	0,75	%

Fuente: Análisis químico LAFASA (2021).

Chilon (1997), menciona que el compost tiene las siguientes características: pH 7,4; (MO) 42%; nitrógeno 2,32 %; fósforo 1,92 % y potasio 1,4 %, estos resultados de acuerdo a su cuadro “Características de abonos orgánicos”. En cuanto a nuestros resultados podemos decir, que la (MO) está por debajo con 23 %, Nitrógeno tiene un resultado bajo y pH está en el rango permitido. Por otro lado, P y K son bajos con resultados de 0,37 y 0,75 %.

Agromática (2012), afirma que de todo el nitrógeno disponible en el suelo, la mayor parte lo aporta la materia orgánica en su mineralización. Por tanto, los mayores aportes los tenemos que hacer en forma nítrica, la forma de nitrógeno que más es absorbida por las plantas. La planta absorbe nitrógeno desde el momento de trasplante, teniendo una asimilación ascendente hasta la fase de recolección.

Fósforo en el abonado de la lechuga, absorbe el fósforo en forma de fosfato monovalente (PO_4H_2) aunque también encuentra otras formas de absorción menos importantes. Es utilizado en cantidades abundantes en la fase de enraizamiento y germinación de semillas, ya que favorece la acumulación de reservas. Sin embargo, en el caso general de la lechuga, su consumo es reducido y las cantidades aportadas no debe ser muy altas (INIA, 2014).

El potasio es un elemento de gran movilidad y absorción por la lechuga. Se absorbe en forma iónica (K^+) y la materia orgánica, en su proceso de mineralización, aporta

bastante cantidad de este elemento. Sin duda es el nutriente más consumido por la planta, por encima del nitrógeno (FAO, 2015).

6.5 Variables agronómicas

De acuerdo al diseño experimental aplicado en el presente trabajo de investigación, los resultados son los siguientes:

6.5.1 Altura de la planta

Los promedios obtenidos por la variable altura de la planta se analizaron estadísticamente en un análisis de varianza, presentado en la tabla 12.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable altura de la planta

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	183,18	91,59	7,68	0,0427 *
Tratamientos	2	590,63	295,31	24,76	0,0056 **
Error	4	47,72	11,93		
Total	8	821,52			
					C.V.=2,40 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

Nota. GL= Grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrado medio; FC= F calculada; P= F tabulada; *= Significancia; **= Altamente significativa; NS= No significativa; CV= Coeficiente de variación.

De la tabla 12, se observó que el coeficiente de variación fue 2,40 %, indicando que los datos obtenidos son confiables para su análisis estadístico

En la fuente de variabilidad bloques, se observó diferencia significativa entre bloques, indicando un bloque presenta diferencias estadísticas en comparación de las demás en la altura de planta, siendo diferenciado por la gradiente de bloqueo.

Para la fuente de variabilidad de tratamientos, se observó diferencias altamente significativas, indicando que las diferencias entre los tratamientos, considerando que todos los niveles de abonos generaron distinciones estadísticas en sus promedios, consecuentemente se realizó la prueba de medias, en la siguiente tabla 13, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en la altura de la planta, a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística.

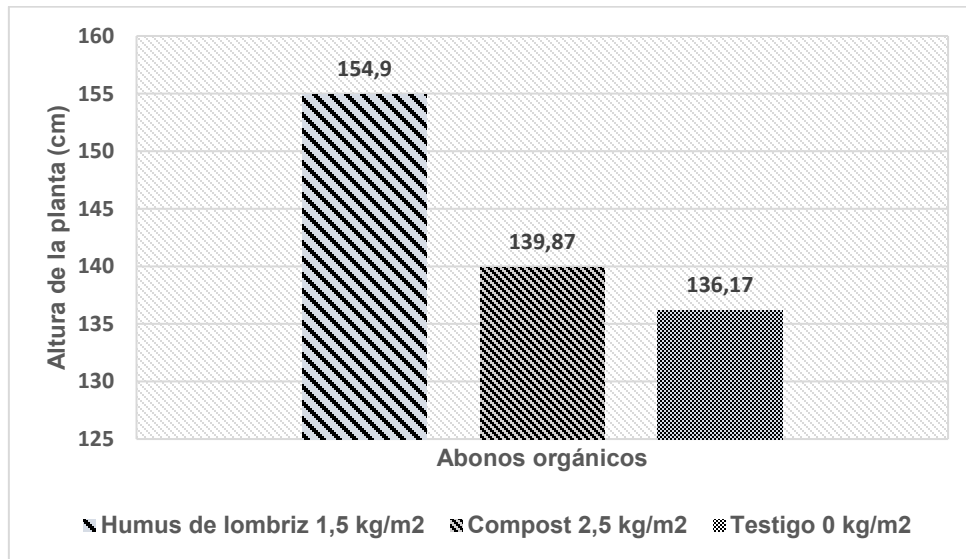
Tabla 13. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en la altura de la planta.

Tratamientos (kg/m²)	Media (cm)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m²	154,90	A
Compost 2,5 kg/m²	139,87	B
Testigo 0 kg/m²	136,17	B

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en la altura de la planta. Teniendo como promedio superior al T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con un promedio 154,90 cm, el T₂ compost 2,5 kg/m² con un 139,87 cm y el T₁ testigo 0 kg/m² con 136,17 cm para la altura de la planta.

Figura 5. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en la altura de la planta.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Pinzón *et al.* (1993), en su investigación “Producción de semillas de lechuga en Colombia”, menciona que las variedades Simpson y Great lakes iniciaron con la formación floral a los 101 y 133 cm altura de la planta. En el presente trabajo de investigación se obtuvo una altura de 154,90 cm, mayor resultado al observado en comparación a Pinzón.

El nitrógeno favorece el desarrollo foliar y el crecimiento de las plantas, necesario para la formación de proteínas, clorofila, enzimas y aminoácidos, a través del proceso de fotosíntesis (Agromática, 2012).

Algunos nutrientes químicos en el suelo son estables (fósforo) mientras que otros se pierden o se consumen muy fácilmente (nitrógeno). Un agricultor necesita hacer una aplicación básica y suficiente de nutrientes para empezar su huerto, y luego mantener una aplicación regular de los mismos mientras el cultivo crece (Agriculturers, 2019). Un suelo pobre puede llegar a ser productivo si está bien manejado. El abono y el compost son necesarios para mejorar la estructura del suelo, los fertilizantes químicos son necesarios para una mayor producción

6.5.2 Número de hojas

Los promedios obtenidos por el número de hojas por planta se estudiaron estadísticamente en un análisis de varianza, presentado en la tabla 14.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable número de hojas

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	1,98	0,99	1,75	0,2028 NS
Tratamientos	2	13,50	6,75	11,55	0,0218 *
Error	4	2,34	0,58		
Total	8	17,82			

C.V.=3,25 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 14, se observó que el coeficiente de variación es 3,25 % indicando que los datos obtenidos, son confiables para su análisis estadístico.

También se observó que existe diferencias no significativas entre bloques en cuanto al número de hojas por planta, indicando homogeneidad entre los promedios de los bloques.

Para la fuente de variación tratamientos, se tiene diferencias significativas. indicando diferencias de los tratamientos, considerando los niveles de abonos generaron diferencias estadísticas en sus medias, consecuentemente se realizó la prueba de medias, en la siguiente tabla 15, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística.

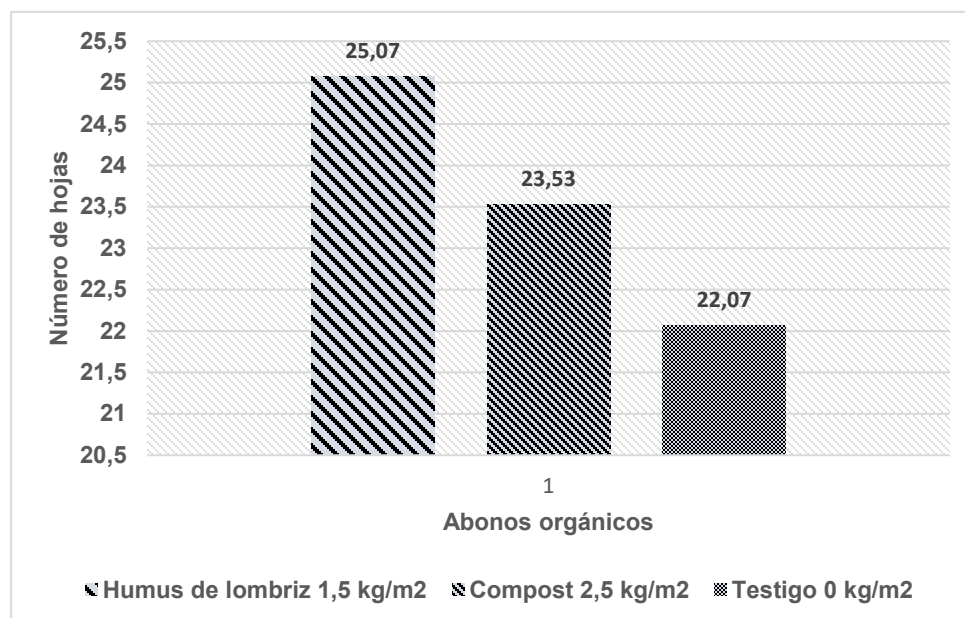
Tabla 15. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en el número de hojas.

Tratamientos (kg/m ²)	Media (conteo)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	25,07	A
Compost 2,5 kg/m ²	23,53	A B
Testigo 0 kg/m ²	22,07	B

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en el número de hojas. Teniendo como mejor resultado al T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con un resultado de 25,07 hojas, T₂ compost 2,5 kg/m² con un resultado de 23,53 hojas y el T₁ testigo 0 kg/m² con un resultado de 22,07 hojas.

Figura 6. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el número de hojas.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Orruel (2006), en su estudio “Comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga babie (*Lactuca sativa* L.) a tres densidades de cultivo en Panqar Huyus en la Provincia Ingavi”, obtuvo en promedio de 22,6 hojas. Nuestro mejor resultado fue mayor con 25,07 hojas con la incorporación de humus de lombriz T₃.

Serrano (1979) citado por Orruel (2006), indican que la luz favorece a la fotosíntesis fenómeno responsable del aumento de la masa vegetal, actuando negativamente sobre el crecimiento en longitud de los tallos, favoreciendo en cambio al desarrollo de las hojas, ya que la falta de luz da lugar a un crecimiento desordenado de los tallos con alargamiento de los entrenudos.

El nitrógeno es el nutriente que mas afecta al crecimiento y la producción del hojas, fácilmente asimilable, fundamentalmente en la formación de aminoácidos, proteínas enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides y bases nitrogenadas ideales para obtener un rápido crecimiento (Jaramillo *et al.*, 2007).

6.5.3 Días a la floración

A continuación, se presenta la tabla 16, análisis de varianza días a la floración:

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable días a la floración

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	16,03	8,01	1,23	0,3830 NS
Tratamientos	2	211,31	105,65	16,24	0,0120 *
Error	4	26,03	6,51		
Total	8	253,36			

C.V.=1,85 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 16, se observó que el coeficiente de variación es 1,85 % lo cual indica que los datos obtenidos son confiables, también se observa que existe diferencia no

significativa entre bloques, en cuanto a la variable días a la floración. Para los tratamientos se tiene diferencia significativa.

En la siguiente tabla 17, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en los días a la floración, a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística:

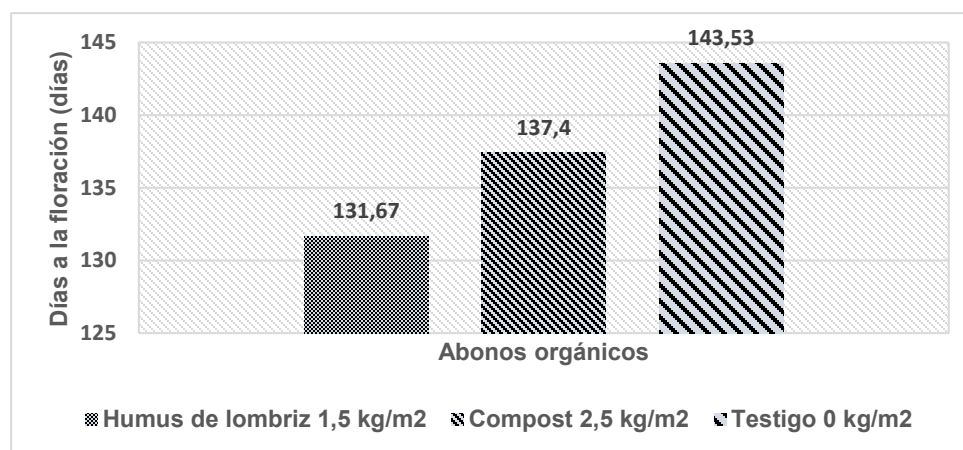
Tabla 17. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en los días a la floración

Tratamientos (kg/m ²)	Media (días)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	131,67	A
Compost 2,5 kg/m ²	137,40	A B
Testigo 0 kg/m ²	143,53	B

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en los días a la floración. Teniendo los mayores resultados en T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con 131,67 días, T₂ compost 2,5 kg/m² con un resultado de 137, 40 días y el T₁ testigo 0 kg/m² con un resultado de 143,53 días.

Figura 7. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus en los días a la floración



Fuente: Elaboración propia (2022)

Pinzón *et al.* (1993), en su investigación “Producción de semillas de lechuga en Colombia”, mencionan que las variedades Simpson y Great lakes iniciaron con la formación floral a los 141 y 175 días. En nuestro trabajo de investigación obtuvimos 131,67 días a la floración como mejor resultado, podemos decir que nuestro resultado es mejor al del autor mencionado.

El período de floración de una planta alcanza los 70 días, pero hay estudios que indican que el 90 % de la semilla que se obtiene de una planta proviene de los capítulos que se abren en los primeros 30 días. La presencia del papus se toma como un referente práctico de madurez (Gaviola, 2020).

Las altas temperaturas estimulan el florecimiento prematuro de la lechuga, siendo éste un carácter indeseable por cuanto afecta negativamente la producción comercial. Las progenies, líneas o cultivares sensibles al calor son aquellas que producen pocas hojas e inician rápidamente la emisión de la inflorescencia (Zúñiga, 2014).

Las condiciones ambientales influyen en las funciones vitales de las plantas como la temperatura son imperantes durante el ciclo del cultivo y al hábito de crecimiento, como menciona Rodríguez *et al.* (2009), la temperatura influye en las funciones vitales de la planta, en la transpiración, fotosíntesis, fotoperiodo, crecimiento de tejidos, floración, maduración de los frutos.

6.5.4 Días a la cosecha

A continuación, se presenta la tabla 18, análisis de varianza días a la cosecha:

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	4,76	2,36	2,52	0,1957 NS
Tratamientos	2	233,08	116,54	124,27	0,0003 **
Error	4	3,75	0,59		
Total	8	241,56			C.V.=0,36%

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 18, se observó que el coeficiente de variación es 0,36 % lo cual indica que los datos obtenidos son confiables, también se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, en cuanto a variable días a la cosecha. Para los tratamientos se tiene diferencia altamente significativa.

En la siguiente tabla 19, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en los días a la cosecha, a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística:

Tabla 19. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en los días la cosecha

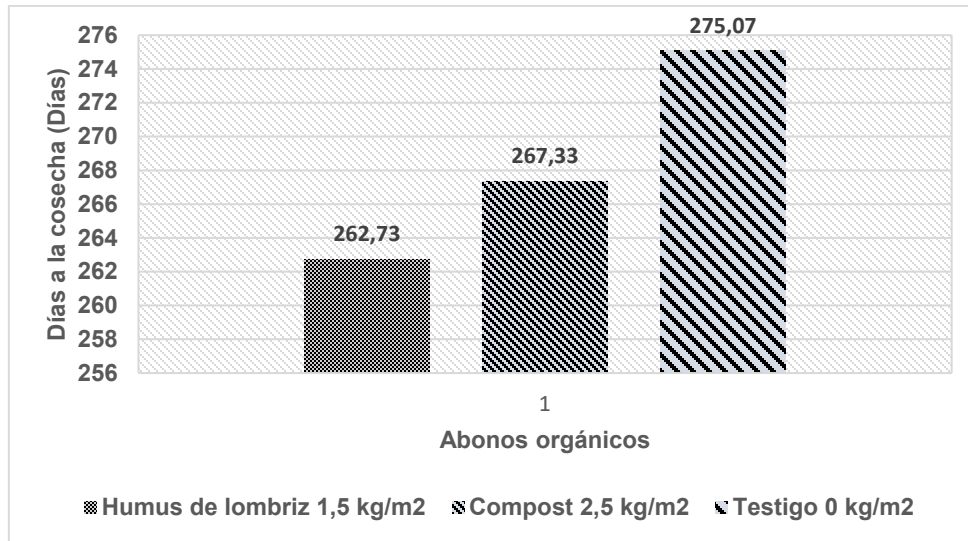
Tratamientos (kg/m²)	Media (días)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m²	262,73	A
Compost 2,5 kg/m²	267,33	B
Testigo 0 kg/m²	275,07	C

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en los días a la cosecha. Teniendo como mejor resultado al T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con un resultado de 262,73 días, T₂ compost 2,5 kg/m²

con un resultado de 267,33 días y el T₁ testigo 0 kg/m² con un resultado de 275,07 días.

Figura 8. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en los días a la cosecha



Fuente: Elaboración propia (2022)

Pinzón *et al.* (1993), en su investigación, mencionan que las variedades Simpson y Great lakes iniciaron con la recolección a los 176 y 202 días. En nuestra investigación se obtuvo un resultado mayor en nuestro mejor tratamiento con 262,73 días a la cosecha, esto se debe a la variedad de lechuga, esta puede ser de producción tardía.

El ciclo para la producción de semillas varía, dependiendo del cultivar, entre 120-170 días (Lee y Escobar, 2002).

Las diferencias estadísticas obtenidas en días a la cosecha probablemente se deban por las dosis de humus de lombriz, por el efecto del contenido de elementos nutritivos como el fósforo factor de precocidad, también favorece en la fructificación temprana, mejora la producción y la calidad de la semilla (Agriculturers, 2019).

Al respecto FAO (2013), indica que los elementos nutritivos desempeñan un papel fundamental en la transferencia de energía siendo esencial en la fotosíntesis y los restantes procesos químicos fisiológicos de la planta.

6.5.5 Peso de semillas por planta

A continuación, se presenta la tabla 20, análisis de varianza peso de semillas por planta:

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable peso de semillas por planta.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	0,44	0,22	49,00	0,0015 **
Tratamientos	2	3,05	1,52	343,00	0,0001 **
Error	4	0,02	0,3		
Total	8	3,50			

C.V.=0,87%

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 20, se observó que el coeficiente de variación es 0,87 % lo cual indica que los datos obtenidos son confiables, también se observa que existe diferencia altamente significativa entre bloques en cuanto al peso de semilla por planta, para los tratamientos se tiene diferencia altamente significativa.

En la siguiente tabla 21, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en el peso de semilla por planta, a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística:

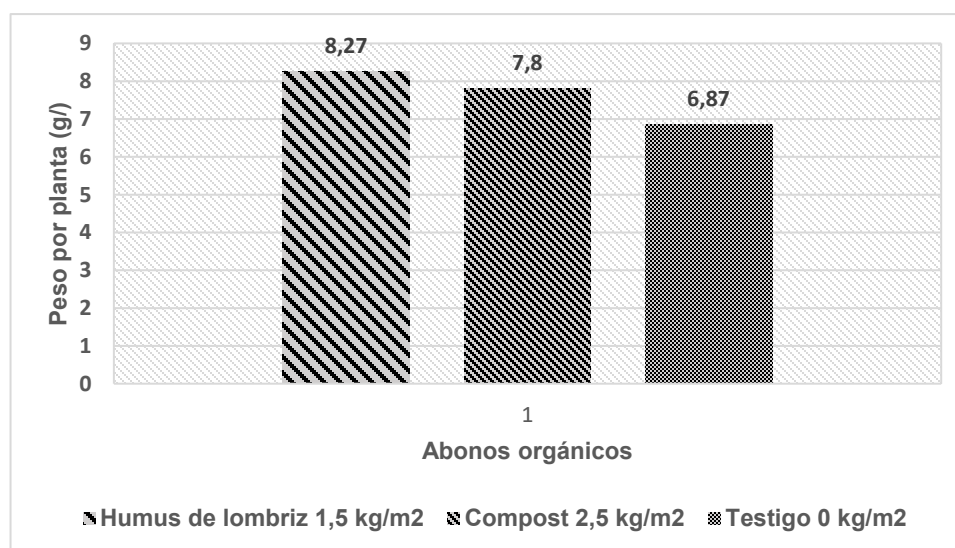
Tabla 21. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos compost y humus en peso de semilla por planta.

Tratamientos (kg/m ²)	Media (g/pl)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	8,27	A
Compost 2,5 kg/m ²	7,80	B
Testigo 0 kg/m ²	6,87	C

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en el peso de semilla por planta. Teniendo como mejor resultado al T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con un resultado de 8,27 g/pl, T₂ compost 2,5 kg/m² con un resultado de 7,80 g/pl y el T₁ testigo 0 kg/m² con un resultado de 6,87 g/pl.

Figura 9. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el peso de semilla por planta.



Fuente:Elaboración propia (2022)

En la variable peso de planta se observó el resultado de 8,27g por planta. Por otro lado Pinzón *et al.* (1993), en su investigación “Producción de semillas de lechuga en Colombia”, mencionan que las variedades Simpson y Great lakes tuvieron resultados de 3,9 y 2,8 g por planta.

Como ejemplo se determinó que de la variedad Grand rapid, cultivada utilizando el método orgánico produjo luego de 5 meses, las plantas al mostrar tamaño comercial, y buenas características productivas se obtuvieron: 7 gramos de semilla por planta (Zúñiga, 2014).

El Fosforo ayuda en la maduración temprana de semillas y frutos, formación de raíces, resistencia a sequías (FAO, 2015).

Una sola planta de lechuga producirá unos 2,3 gramos de semilla lo cual es suficiente para sembrar 53 m² y producir unos 523 kg de lechugas. La semilla de lechuga se mantiene viable durante mucho tiempo, aproximadamente unos 6 años (Gaviola, 2020).

6.5.6 Número de semillas por gramo

A continuación, se presenta la tabla 22, análisis de varianza número de semillas por gramo:

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable número de semilla por gramo.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	28,08	14,04	1,14	0,4047 NS
Tratamientos	2	364,19	182,09	14,84	0,0141 *
Error	4	49,09	12,27		
Total	8	441,36			

C.V.=0,52 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 22, se observó que el coeficiente de variación es 0,52 % lo cual indica que los datos obtenidos, son confiables. También se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, en cuanto al número de semillas por gramo. Para los tratamientos se tiene diferencia significativa.

En la siguiente tabla 23, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en el número de semillas por gramo, a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística:

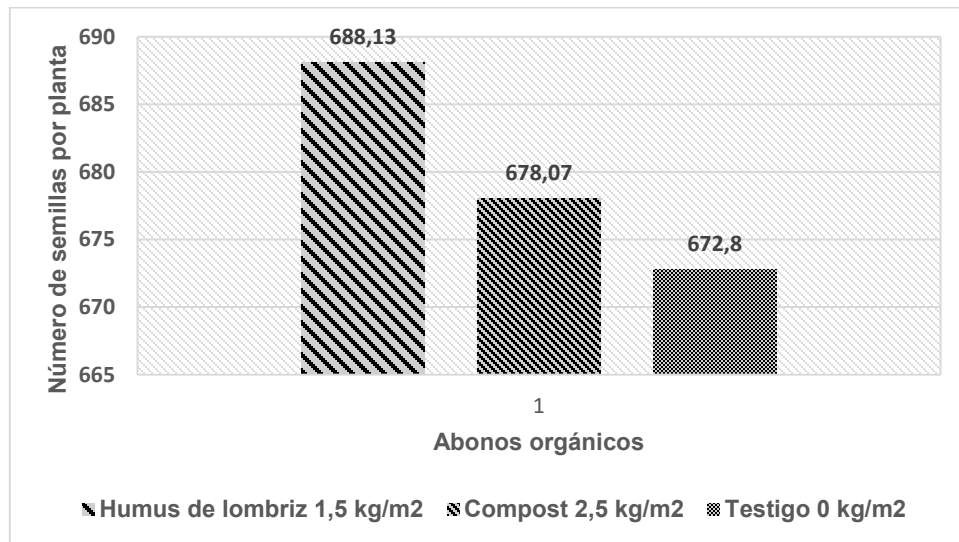
Tabla 23. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en el número de semillas por gramo

Tratamientos (kg/m²)	Media (conteo)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m²	688,13	A
Compost 2,5 kg/m²	678,07	B
Testigo 0 kg/m²	672,80	B

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en el número de semillas por gramo. Teniendo como mejor resultado al T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con un resultado de 688,13 semillas por gramo, T₂ compost 2,5 kg/m² con un resultado de 678,07 semillas por gramo y el T₁ testigo 0 kg/m² con un resultado de 672,80 semillas por gramo.

Figura 10. Efecto de los abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el número de semillas por gramo.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Zúñiga (2014), en su “Manual de producción orgánica de semillas de hortalizas”, indica que el rango para el número de semillas por gramo es de 800-1000 semillas, con las siguientes medidas 3 a 4 mm de largo y de 1mm de ancho. Por otro lado, se obtuvo el siguiente resultado 688,13 semillas por gramo debido al ancho y grosor de la semilla.

FAO (2011), menciona en su “Manual técnico Producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar” que el rango para la cantidad de semilla por gramo es de 700-800 semillas.

El potasio mejora las raíces, mantiene fuerte a los tallos, aumenta la cantidad de semillas y engrosa las hojas ayudando de esta forma a mover los nutrientes alrededor de las plantas (FAO, 2015). El análisis de calidad de la semilla fue 1,06 gramos el peso de 1,000 semillas. Este dato muestra que 1 gramo contiene 940 semillas y que de una planta se pueden cosechar alrededor de 6,500 semillas. Pureza varietal: Por lo menos 98 % de las plantas de lechuga deben ajustarse a las características de la variedad.

6.5.7 Rendimiento g/m²

A continuación, se presenta la tabla 24, análisis de varianza rendimiento g/m²:

Tabla 24. Análisis de varianza para la variable rendimiento g/m²

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr> F 0,05
Bloques	2	27,88	13,94	49,00	0,0015 **
Tratamientos	2	195,13	97,56	343,00	0,0001 **
Error	4	1,14	0,28		
Total	8	224,14			

C.V.=0,87 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 24, se observó que el coeficiente de variación es 0,87 % lo cual indica que los datos obtenidos, son confiables. También se observa que existe diferencia altamente significativa entre bloques, en cuanto al rendimiento g/m². Para los tratamientos se tiene diferencia altamente significativa.

En la siguiente tabla 25, se observa el efecto de los dos diferentes abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en el rendimiento g/m², a través de la prueba Duncan con 5% de probabilidad estadística:

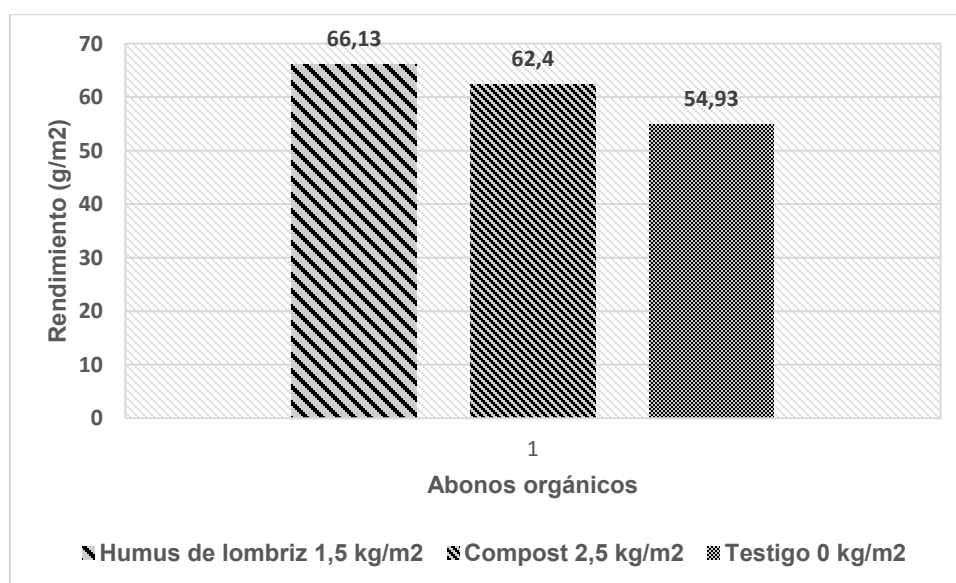
Tabla 25. Efecto de dos diferentes abonos orgánicos en rendimiento g/m²

Tratamientos (kg/m ²)	Media (g/m ²)	Duncan (5%)
Humus de lombriz 1,5 kg/m²	66,13	A
Compost 2,5 kg/m²	62,40	B
Testigo 0 kg/m²	54,93	C

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a los dos diferentes abonos, la Prueba Duncan (5%), muestra que existen diferencias significativas en el rendimiento g/m^2 . Teniendo como mejor resultado al T₃ humus de lombriz con un resultado de $66,13 \text{ g/m}^2$, T₂ compost con un resultado de $62,40 \text{ g/m}^2$ y el T₁ testigo con un resultado de $54,93 \text{ g/m}^2$.

Figura 11. Efecto de dos abonos orgánicos compost y humus de lombriz en el rendimiento (g/m^2)



Fuente: Elaboración propia (2022)

El tratamiento con incorporación de humus de lombriz obtuvo un promedio superior, con $66,13 \text{ g/m}^2$ ($661,3 \text{ kg/ha}$). El rendimiento promedio por hectárea se encuentra en 200 kg/ha y el rendimiento metro cuadrado es de $50\text{-}100 \text{ g/m}^2$ (Zúñiga, 2014).

La producción obtenida por planta a la densidad de siembra recomendada, se calculan producciones de semilla por hectárea las cuales fueron de $247,5$ y $171,9 \text{ kg}$ para Simpson y Great lakes, respectivamente. Esto significa que la producción local de semilla de lechuga bajo invernadero es posible y rentable, (Pinzón *et al.*, 1993).

Los rendimientos son muy variables para el cultivo de lechuga: obteniendo rendimientos medios de 203 kg/ha para el cultivar Piracicaba 65 y 630 kg/ha para el

cultivar Grand Rapids Nacional (Lee y Escobar, 2002). Para la variedad Simpson 247,5 kg/ha y Great lakes 171,9 kg/ha (Pinzon *et al.*, 1993).

Gaviola (2020), en su libro “Producción de semillas hortícolas”, menciona que el rendimiento varía de acuerdo a la variedad, Tipo latinas: 600-1.000 kg/ha, tipo Grand Rapids: 400-600 kg/ha y tipo de cabeza: 200-400 kg/ha (Gaviola, 2020).

6.5.8 Porcentaje de germinación

A continuación, se presenta la tabla 26, el porcentaje de germinación de semillas de lechuga de los tratamientos.

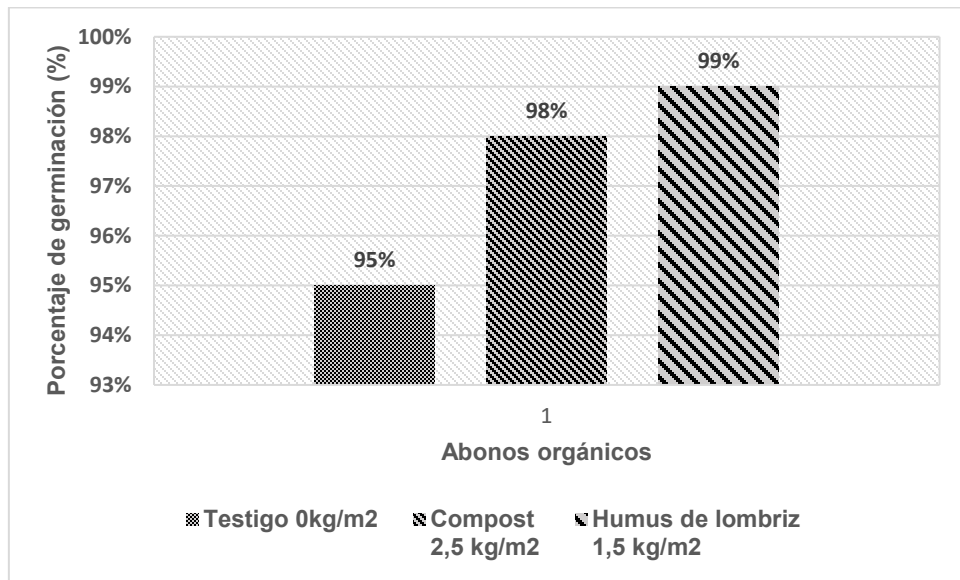
Tabla 26. Porcentaje de germinación de los tratamientos

Tratamiento	Nº días a la germinación	Porcentaje (%)
T ₁ .Testigo	5	95
T ₂ .Compost	4	98
T ₃ .Humus de lombriz	4	99

Fuente: Elaboración propia (2022)

El total de semillas germinadas se dio a los 4 días en nuestro mejor tratamiento y 5 días en el tratamiento testigo de haberse iniciado la prueba, encontrándose los mismos dentro de los márgenes aceptables de 4 a 7 días (Giacconi 1994) citado por (Orruel, 2006). En cuanto al porcentaje de germinación nuestro mejor resultado fue con el tratamiento T₃ humus de lombriz 1,5 kg/m² con 99% respectivamente.

Figura 12. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el porcentaje de germinación de la semilla.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Según Ancari (2011) citado por (Mendoza, 2011), obtiene la germinación de 95% y 91% en las variedades de W. green y A. Mirella respectivamente confirmando la viabilidad alta, lo cual indica que se utiliza semilla de calidad con alta viabilidad.

Gaviola (2020) en su libro "Producción de semillas hortícolas" menciona que la variedad Simpson y Great Lakes obtuvieron un porcentaje de germinación de 80% y 75% respectivamente.

Sin embargo, Zúñiga (2014) en su manual "Producción orgánica de semillas de hortalizas" manifiesta que el porcentaje de germinación es de 65 % mínima.

En general, las temperaturas aumentan rápidamente el porcentaje de germinación, siendo mayores con las temperaturas bajas (5°C) que con las altas (35°C). Estos resultados se podrían explicar con base en lo expuesto por Bidwell (1977) y Nikolaeva (1969) acerca de que la temperatura de tratamiento de 5°C cambia el balance entre los inhibidores y los promotores de la germinación a favor de los últimos y que,

posiblemente, hacen funcionar el mecanismo de las giberelinas, las cuales inducen el proceso de germinación (Pinzón *et al.*, 1993).

6.6 Variables económicas

El análisis económico es considerado de mucha importancia, ya que de ello depende si esta actividad es rentable o no. Considerando aspectos de inversión, en lo que respecta el crecimiento, desarrollo y cosecha de semilla, para obtener buenos rendimientos y ganancias aceptables.

6.6.1 Determinación del rendimiento ajustado

Los rendimientos se deben reducir entre un 5 a 30%, para que se aproximen a lo que un agricultor pueda obtener con su propia tecnología a nivel comercial, un parámetro recomendado para hortalizas es de 10% a 15% (Perrin *et al.*, 1988).

Para el presente estudio se asumió una reducción del 13 % de los rendimientos promedio, ya que el experimento se llevó a cabo en ambiente atemperado. En la tabla 27 se presentan los rendimientos ajustados y la ponderación en gramos por tratamiento (g/trat), ya que la forma de comercialización de la semilla, se realiza en esta unidad.

Tabla 27. Ajuste de rendimientos y la producción en (g/trat).

Detalles	T1 Testigo	T2 Compost	T3 Humus
Rendimiento (g/trat)	214,22	243,36	257,9
Merma por pruebas de emergencia (g/trat)	0,13	0,13	0,13
Merma por cosecha, mecánica (tamizado), conservación y semilla no viable (g/trat)	21,4	24,34	25,79
Rendimiento ajustado (g/trat)	192,7	218,89	231,98
Total (g)		643,57	

Fuente: Elaboración propia (2022)

6.6.2 Costos fijos y variables

Los costos de producción fijos y variables de la semilla de lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla”, en el Centro Experimental Cota Cota, los detallamos a continuación por tratamientos.

Tabla 28. Costos fijos y variables de la producción de semilla de lechuga.

Detalles	T1	T2	T3	TOTAL
Costos fijos				
Manejo del cultivo	198,9	198,9	198,9	596,7
Labores culturales	66	66	66	198
Cosecha y post Cosecha	66	66	66	198
Sub total CF	330,9	330,9	330,9	992,7
Costos variables				
Insumos	57,87	76,62	102,87	237,36
Sub total CV	57,87	76,62	102,87	237,36

Fuente: Elaboración propia (2022)

Del cuadro anterior se observa que el tratamiento con mayor costo variable de producción es el tratamiento tres (T3 con aplicación de Humus de lombriz) con 102,87 bolivianos por tratamiento, siendo el total de costo fijo de 992,7 de toda la investigación y costo variable de 237,36 bolivianos por tratamiento.

6.6.3 Costos de producción

Los costos totales de producción determinan el total de inversión de la actividad productiva, con la finalidad de conocer el monto.

Tabla 29. Costos totales de la producción de semilla de lechuga.

Detalles	T1	T2	T3	TOTAL
Costos fijos (Bs)	330,9	330,9	330,9	992,7
Costos variables (Bs)	57,87	76,62	102,87	237,36
COSTO TOTAL (Bs)	388,77	407,52	433,77	1230,06

Fuente: Elaboración propia (2022)

De la tabla 29 se observa, en el tratamiento T2 el mayor costo de producción con 407,52 Bs, de manera contraria el menor costo de producción se dio en el tratamiento T1 con una inversión por tratamiento de 388,7 Bs, el total de inversión generada para la presente investigación fue de 1230,06 Bs.

6.6.4 Beneficio bruto

El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado. Por consiguiente, el beneficio bruto de campo del tratamiento es determinado por la relación oferta y demanda.

Tabla 30. Beneficio bruto de la semilla de lechuga.

Detalles	T1	T2	T3	Total
	Testigo	Compost	Humus	
Rendimiento ajustado (g/trat)	192,7	218,9	231,9	643,6
Precio por gramo (Bs/g)	3	3	3	3
Beneficio bruto (Bs)	578,1	656,7	695,7	1930,5

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 30 se presenta los beneficios brutos para los tres tratamientos, donde se observa la superioridad en beneficio del tratamiento tres (T3 con Humus) con 695,7 Bs de menor beneficio se tiene el tratamiento 578,1 Bs.

6.6.5 Relación Beneficio y costo

La relación costo-beneficio es una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que esta entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra. En la tabla 31 se presenta los resultados del análisis económico.

Tabla 31. Beneficio costo de la semilla de lechuga.

Detalles	T1	T2	T3	TOTAL
Beneficio Bruto (Bs)	578,1	656,7	695,7	1930,5
Costo Total (Bs)	388,77	407,52	433,57	1230,06
B/C	1,4	1,6	1,6	1,5

Fuente: elaboración propia (2022)

Los tres tratamientos presentan relaciones beneficio/costos distintos como se observa en la tabla 31 la mayor relación benéfico costo fue obtenido por los tratamientos T2 y T3 con 1,6 atribuible a mayor rendimiento, contrariamente el tratamiento con menor relación fue el T1 con 1,4 y ambos tratamientos con mayor rendimiento se tiene un B/C de 1,6 del total de la investigación indicando que al invertir 1Bs se está teniendo una utilidad de 0,60 Bs, indicando que este valor es benéfico a lo invertido, producir la semillas de lechuga se obtendrán ganancias.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados se llega a las siguientes conclusiones:

- Se Identifico que el tratamiento T3 con la aplicación de 1,5kg de humus de lombriz presenta una altura de 154,9 cm, número de hojas 25,07 días a la floración 131,67 y días a la cosecha 262,73 días siendo los siguientes resultados.
- Se considera al abono humus de lombriz el más eficiente en la producción de semilla de lechuga variedad babie “cabeza de mantequilla”.
- Se determinó el rendimiento de semilla de lechuga, con diferentes abonos, las cuales obtuvieron sus mayores promedios con el T3 humus de lombriz en el peso de semillas por planta 8,27g/pl; en la variable número de semillas por planta con 688,13 semillas por gramo; en la variable porcentaje de germinación con 99%. El rendimiento obtenido con 1,5 kg/m² -T₃ con 66,13 g/m².
- En el análisis de costos de producción de la semilla de lechuga, se determinó la relación beneficio costo de los tres tratamientos, presentando por el tratamiento T1 con 1,4 y los tratamientos T2 y T3 con 1,6 B/C teniendo ambos tratamientos iguales del total de la investigación, indica que por 1 Bs invertido se tiene una utilidad de 0,60 Bs.

8 RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Aplicar abono orgánico como el humus de lombriz en una proporción de 1,5 kg/m² en el cultivo de lechuga para la obtención de semillas, está mantiene la temperatura de la tierra, evita que alcance temperaturas extremas, favoreciendo así la actividad microbiana.
- Producir de manera orgánica semillas de lechuga, como opción agroecológica a la demanda de semilla de calidad, siendo una alternativa rentable para el sustento de la economía del agricultor.
- Realizar investigaciones con la incorporación de estos abonos orgánicos en otras especies, para la producción de semilla, debido a la carencia de semilla de lechuga con calidad en la región.
- Continuar con la producción de la semilla para verificar las cualidades germinativas posteriores.
- En investigaciones posteriores ampliar las superficies de producción de semilla de lechuga y otras hortalizas debido a la rentabilidad y contribución en la producción.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Abarra, A. (10 de Octubre de 2012). Manual práctico de técnicas de compostaje. Obtenido de <http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>.
2. Acosta, B. (05 de junio de 2020). Como podar tomates. *Ecología verde*. Obtenido de <https://ww.ecologiaverde.com>
3. Agriculturers. (03 de septiembre de 2019). Tus tomates cherry. *Agriculturers Red de especialistas en agricultura*.
4. Agritierra. (2014). *Hortalizas en el Altiplano de Bolivia AIPMA (Asociación Integral de Productores Mujeres Andinas) organización de productores de hortalizas bajo carpas solares en el Altiplano de La Paz*. La Paz-Bolivia.
5. Agromática. (2012). *Guia completa del abonado de la lechuga*. Obtenido de <https://www.agromatica.es/guia-completa-del-abonado-de-la-lechuga/>
6. Agrowaste. (2015). Compostaje. Centro tecnológico internacional de conserva y alimentación. Obtenido de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/compostaje>
7. Amazon.com. (2022). *David's Garden Seeds Lechuga Butterhead Adriana 2358NC (Verde)*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Lechuga-Butterhead-Semillas-Polinizadas-Abiertas/dp/B00EVFEV50>
8. Blanco, W. (s.f). *Generalidades sobre la lombriz, infraestructura, alimentación, reproducción, manejo, humus de lombriz, propiedades y dosis en cultivos*. La Paz, Bolivia.
9. Cabezas, J. (2014). Ventajas de compostaje. Obtenido de desde https://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Informe_compost_web_con_tabla_buena
10. Cabildolanzarote. (2018). *Extracción de Semillas de Lechuga*. Obtenido de <https://www.cabildodelanzarote.com/documents/35307/126559/semillaslechuga>.

20. Gaviola, J. (2020). *Producción de semillas hortícolas*, Ministerio de Agricultura, Ganadería y pesca INTA. Buenos Aires- Argentina.
21. Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Instituto Nacional de Tecnología-INTA. Buenos Aires, Argentina.
22. Gonzalez, L., & Zepeda, A. (2013). *Rendimiento de cinco variedades de lechuga Lactuca sativa L. tipo gourmet ciclo primavera-verano. Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad Autónoma de Sal Luis Potosí.*
23. Gosalbez, C. (20 de julio de 2012). Que es el humus de lombriz. Obtenido de www.planetahuerto.es
24. Guato, C. (2015). "EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL COMPOST GENERADO EN LA EMPRESA PUBLICA MANCOMUNADA DE ASEO INTEGRAL PATATE-PELILEO "EMMAIT-EP" EN LA PRODUCCIÓN LIMPIA, EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIETADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Cevallos – Ecuador.
25. Hernández , C. (2012). *Dinámica de Crecimiento de Variedades de Lechuga Lactuca sativa L. en el ciclo otoño-invierno, Facultad de Agronomía UNIVERSIDAD Autónoma de San Luis Potosí.*
26. Imbaquingo, V. (2013). "Análisis Productivo y Económico del Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) mediante la aplicación de tres niveles de Compost, en la Parroquia San Pablo, Provincia Imbabura". Loja – Ecuador.
27. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. (2014). *Aspectos Generales para el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)*. Chile. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4785/NR40724.pdf?sequence=1>
28. Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Producción año Agrícola por Departamento 1984-2021*. Obtenido de

<https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>

29. Jaramillo , J., Aguilar Aguilar, P., Tamayo Molano, P., Arguello Rincon, E., & Gúzman Arroyave, M. (2016). *Modelo Tecnológico para el Cultivo de Lechuga bajo buenas practicas agricolas en el oriente Antioqueño*. Medellin, Colombia.
30. Jiménez, F. (2017). *Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HAwyD8IXbwJ:anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/view/9945/9461+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
31. Khuno L, M., Torrez S, I., & Vargas R, A. (2017). *Nuestras Hortalizas-Centro de Educación Alternativa Radio San Gabriel apoyo de la Cooperación Suiza en Bolivia*. La Paz-Bolivia.
32. La Rosa, O. (2015). *Cultivo de lechuga (Lactuca sativa) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima. (Tesis Pregrado)*.
33. Lee, R., & Escobar, H. (2002). *Manual de producción de lechuga lisa bajo invernadero*. Bogotá. Universidad Jorge Tadeo, Centro de investigaciones y asesodas agroindustriales. Bogota- Colombia.
34. Mapbox. (2016).
35. Martínez Barreno, B. (2019). *“EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa)”*Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Carrera: Ingeniería Agronómica. Cevallos - Ecuador.
36. Martínez, G., Lara, A., Padilla, L., Luna, M., & Llamas, J. (2015). *Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno*. *Terra Latinoamericana*,. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000300251

37. Martínez, S. (2007). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate Suelo y Preparación del Terreno Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de Ciencias Agrícolas Estación Experimental Agrícola*. Mayaguez.
38. Mendoza Mamani, N. (2011). *IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PRODUCTIVO EN LECHUGA(Lactuca sativa) BAJO LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS EN AMBIENTES ATEMPERADOS EN LA GRANJA EL SURCO(CALAMARCA- LA PAZ) .* La Paz- Bolivia.
39. Negro, M., & Villa, F. (2013). Producción y gestión de compost. Obtenido de <http://digital.csic.es>
40. NOSTOC. (2021). *Humus de Lombriz. 10 cosas importantes que debes saber*. <https://www.nostoc.es/humus-de-lombriz-10-cosas-importantes/>.
41. Ochoa, I. (10 de Octubre de 2012). Curso de compostaje en la UAM: Tipos de compost. Obtenido de <https://www.uam.es>
42. Orruel, F. (2006). *Comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga baby(Lactuca sativaL.) a tres densidades de cultivo en Panqar Huyus en la Provincia Ingaví, Carrera ingeniería agronómica- Facultad de Agonomía*. La Paz- Bolivia.
43. Oviedo Esparza, E. (2013). *Evaluación Bioagronómica de ocho Cultivares de Lechuga Iceberg (Lactuca sativa L.), con Abonos orgánicos y Químicos en el Cantón Chambo –Provincia de Chimborazo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Quevedo - Ecuador.
44. Pelchor Chicaiza, J. S. (2017). *Estudio comparativo de producción y comercialización de dos sistemas de producción: convencional y agroecológico del cultivo de lechuga enel cantón Cuenca*. Cuenca-Ecuador.
45. Peske, T. (2003). *Producción de Semillas. Universidad Federal de Pelotas de Brasil, Tecnología de semillas, Modulo III. 80p. .*

46. Pinzon , H., Laverde, H., & Clavijo, J. (1993). *Produccion de semilla de lechuga en Colombia- Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.* Bogota-Colombia.
47. Reyes, K. (12 de Febrero de 2016). Invernadero capilla a dos aguas. *Prezi*, 13. Obtenido de <https://prezi.com>
48. Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (15 de Octubre de 2013). El compostaje en la agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org>
49. Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de lechuga, INIA.* Santiago de Chile.
50. Salinas, D. (2013). *INTRODUCCIÓN DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) EN EL BARRIO SANTA FE DE LA PARROQUIA ATAHUALPA EN EL CANTÓN AMBATO. AMBATO - ECUADOR: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO.*
51. Tencela, X. (2012). *Produccion de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos organicos- universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.* Cuenca-Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec>
52. Velásquez Medina, S. (2019). *“Densidad de Siembra en la Producción de Lechuga (Lactuca sativa L.) CV. Angelina Bajo Condiciones de la Molina” Facultad de Agronomía Universidad Nacional Agraria la Molina.* Lima – Perú.
53. Zúñiga, P. (2014). *Manual de Producción Orgánica de Semillas de Hortalizas, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas-Escuela de Ingeniería Agronómica.* Quito- Ecuador.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO DATOS DE TEMPERATURA

Temperaturas registradas en la gestión 2020-2021, en el desarrollo del cultivo

	Nov	Dic	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura promedio	20,1	25,8	24,3	22,2	24,2	23,3	25,7	22,6	21,25	22,7
Temperatura máxima	31,5	38,54	37,85	34,8	37,4	36,42	38,25	35,4	32,2	34,1
Temperatura mínima	8,7	13,2	10,64	9,6	11	10,24	13,16	9,8	10,3	11,4

Temperaturas registradas en el secado de la semilla, mes de agosto 2021

Días	Mes	Temperatura promedio	Temperatura máxima	Temperatura mínima
8	Agosto	15,85	22	9,7
9	Agosto	15,7	22,4	9
10	Agosto	15,8	22,5	9,1
11	Agosto	15,5	22	9
12	Agosto	16,2	22	10,4
13	Agosto	16,4	22,8	10
14	Agosto	16	22	10
15	Agosto	16,5	23	10
16	Agosto	17,3	23,1	11,5
17	Agosto	16,5	23	10
18	Agosto	16,25	23,5	9
19	Agosto	16,7	23,2	10,2
20	Agosto	16	23	9
21	Agosto	16,15	23	9,3
22	Agosto	16,05	23,1	9

Temperaturas registradas en la germinación de la semilla, mes de enero 2022

Días	Mes	Temperatura promedio	Temperatura máxima	Temperatura minina
1	Enero	19,55	28,5	10,6
2	Enero	20,75	30	11,5
3	Enero	17,45	25,6	9,3
4	Enero	16,05	22,7	9,4
5	Enero	18,4	26,3	10,5

ANEXO 2. PROMEDIO DE VARIABLES DE RESPUESTA REGISTRADAS

Efecto de la incorporación de dos abonos orgánicos (compost y humus de lombriz) en la producción de semilla de lechuga variedad Babie “Cabeza de mantequilla”

	TRAT.	FACTOR	1	2	3	4	5	6	7	8
		Tipos de abonos	AP (cm)	NH	DAF (días)	DAC (días)	PSP (g/pl)	R (g/m ²)	NSG	PG (%)
BLOQ I	T1	Testigo 0 kg/m ²	142,2	21,0	145,2	273,4	7,3	57,6	670,2	94,7
	T2	Compost 2,5 kg/m ²	141,9	23,4	136,2	267,5	8,0	64,0	673,0	96,5
	T3	Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	158,1	26,0	131,2	262,6	8,6	68,8	685,4	99,6
BLOQ II	T1	Testigo 0 kg/m ²	140,8	23,0	135,7	274,6	6,8	54,3	677,2	96,0
	T2	Compost 2,5 kg/m ²	142,8	22,5	142,4	267	7,8	62,4	678,2	98,4
	T3	Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	155,5	25,1	130,3	262,2	8,2	65,6	691,4	98,2
BLOQ III	T1	Testigo 0 kg/m ²	125,5	22,2	149,6	277,3	6,5	52,8	671,0	94,5
	T2	Compost 2,5 kg/m ²	134,9	24,8	133,6	267,6	7,6	60,8	683,0	99,2
	T3	Humus de lombriz 1,5 kg/m ²	151,3	24,2	133,5	263,4	8,0	64,0	687,6	99,3

Nota: AP=Altura de la planta (cm); NH= Número de hojas (conteo); DAF= Días a la floración (conteo); DAC= Días a la cosecha (conteo); PSP= Peso de semilla por planta (g); R= Rendimiento (g/m²); NSG= Número de semillas por gramo (conteo) ; PG= Porcentaje de germinación (%).

ANEXO 3

MUESTRA N°1 ANALISIS FISICO QUIMICO DEL SUELO



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
 EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

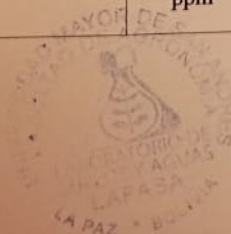


ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Lily Angelica Mamani Mamani **SOLICITUD:** COT-9
PROCEDENCIA: Departamento La Paz **FECHA DE ENTREGA:** 09/08/21
 Provincia Murillo
 Estación Experimental de Cota Cota

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INCORPORACIÓN DE DOS ABONOS ORGANICOS
 EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD BABIE CABEZA DE
 MANTEQUILLA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
TEXTURA	Arena		30	Bouyoucos
	Limo		61	
	Arcilla		9	
	Clase Textural		Franco	
	Densidad Aparente	cm ³	0.909	Probeta
	pH en H ₂ O relación 1:5		5.67	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.29	Potenciometría
	Calcio intercambiable	meq/ 100g S.	1.78	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
	Magnesio intercambiable	meq/ 100g S.	0.53	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
	Sodio intercambiable	meq/ 100g S.	0.32	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
	Potasio intercambiable	meq/ 100g S.	0.79	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
	Nitrógeno total	%	0.38	Kjendahl
	Materia orgánica	%	9.02	Walkley Black
	Carbono Orgánico	%	5.23	Walkley Black
	Fósforo disponible	ppm	13.40	Espectrofotometría UV-Visible



Ph.D. Roberto Miranda Casas
 LABORATORIO DE SUELOS

MUESTRA N°2 ANALISIS QUIMICO DEL COMPOST



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



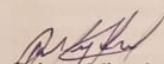
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE COMPOST

INTERESADO: Lily Angelica Mamani Mamani SOLICITUD: COT-9
PROCEDENCIA: Departamento La Paz FECHA DE ENTREGA: 15/09/21
Provincia Murillo
Estación Experimental de Cota Cota

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INCORPORACIÓN DE DOS ABONOS ORGANICOS
EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD BABIE CABEZA
DE MANTEQUILLA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
pH	-	7.7	Probeta
Conductividad eléctrica (CE) en agua 1:5	mmho/cm	4,6	potenciometría
Potasio	%	0.75	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.1	Kjendahl
Materia Orgánica	%	23	Walkley Black
Fósforo	%	0.37	Espectrofotometría UV-Visible




Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

MUESTRA N°3 ANALISIS QUIMICO DE HUMUS DE LOMBRIZ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



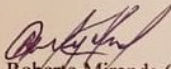
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE HUMUS DE LOMBRIZ

INTERESADO: Lily Angelica Mamani Mamani SOLICITUD: COT-9
PROCEDENCIA: Departamento La Paz FECHA DE ENTREGA: 10/09/21
Provincia Murillo
Estación Experimental de Cota Cota

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INCORPORACIÓN DE DOS ABONOS ORGANICOS
EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD BABIE CABEZA
DE MANTEQUILLA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Densidad Aparente	g/cm ³	0.702	Probeta
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.47	potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	5.55	potenciometría
Potasio	%	0.03	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.7	Kjendahl
Materia Orgánica	%	33	Walkley Black
Carbono Orgánico	%	12.15	Walkley Black
Fósforo	%	0.1	Espectrofotometría UV- Visible




Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

ANEXO 4.

Tabla N° 1

VARIABLES DE RESPUESTA

Variable altura de la planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,94	0,88	2,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	773,80	4	193,45	16,22	0,0097
BLOQUES	183,18	2	91,59	7,68	0,0427
TRAT	590,63	2	295,31	24,76	0,0056
Error	47,72	4	11,93		
Total	821,52	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11,9294 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.
Humus de lombriz	154,90	3	1,99 A
Compost	139,87	3	1,99 B
Testigo	136,17	3	1,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	143,64	10,13	0,95	0,7366
RDUO Y	9	0,00	2,44	0,93	0,5779

Variable números de hojas

Tabla N°2

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,87	0,74	3,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,48	4	3,87	6,62	0,0471
BLOQUES	1,98	2	0,99	1,70	0,2928
TRAT	13,50	2	6,75	11,55	0,0218
Error	2,34	4	0,58		
Total	17,82	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5844 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.
Humus de lombriz	25,07	3	0,44 A
Compost	23,53	3	0,44 A B
Testigo	22,07	3	0,44 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	23,56	1,49	0,87	0,1959
RDUO Y	9	0,00	0,54	0,72	0,0016

Variable días a la floración

Tabla N°3

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,90	0,79	1,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	227,33	4	56,83	8,73	0,0295
TRAT	211,31	2	105,65	16,24	0,0120
BLOQUES	16,03	2	8,01	1,23	0,3830
Error	26,03	4	6,51		
Total	253,36	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 6,5067 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
Testigo	143,53	3	1,47	A
Compost	137,40	3	1,47	B
Humus de lombriz	131,67	3	1,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	137,53	5,63	0,77	0,0112
RDUO Y	9	0,00	1,80	0,92	0,4921

Variable días a la cosecha

Tabla N°4

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² aj	CV
Y	9	0,98	0,97	0,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	237,80	4	59,45	63,40	0,0007
BLOQUES	4,73	2	2,36	2,52	0,1957
TRAT	233,08	2	116,54	124,27	0,0003
Error	3,75	4	0,94		
Total	241,56	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,9378 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
Testigo	275,07	3	0,56	A
Compost	267,33	3	0,56	B
Humus de lombriz	262,73	3	0,56	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	268,38	5,49	0,87	0,2047
RDUO Y	9	0,00	0,68	0,98	0,9663

Variable gramos por planta

Tabla N°5

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,99	0,99	0,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,48	4	0,87	196,00	0,0001
BLOQUES	0,44	2	0,22	49,00	0,0015
TRAT	3,05	2	1,52	343,00	<0,0001
Error	0,02	4	4,4E-03		
Total	3,50	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
Humus de lombriz	8,27	3	0,04	A
Compost	7,80	3	0,04	B
Testigo	6,87	3	0,04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	7,80	0,57	0,94	0,7271
RDUO Y	9	0,00	0,06	0,78	0,0139

Variable número de semilla por gramo

Tabla N°6

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,89	0,78	0,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	392,27	4	98,07	7,99	0,0344
BLOQUES	28,08	2	14,04	1,14	0,4047
TRAT	364,19	2	182,09	14,84	0,0141
Error	49,09	4	12,27		
Total	441,36	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 12,2733 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.
Testigo	688,13	3	2,02 A
Compost	678,07	3	2,02 B
Humus de lombriz	672,80	3	2,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	679,67	7,43	0,88	0,2368
RDUO Y	9	0,00	2,48	0,92	0,5430

Variable rendimiento g/m²

Tabla N°7

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Y	9	0,99	0,99	0,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	223,00	4	55,75	196,00	0,0001
BLOQUES	27,88	2	13,94	49,00	0,0015
TRAT	195,13	2	97,56	343,00	<0,0001
Error	1,14	4	0,28		
Total	224,14	8			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2844 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
Humus de lombriz	66,13	3	0,31	A
Compost	62,40	3	0,31	B
Testigo	54,93	3	0,31	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Y	9	61,16	5,29	0,94	0,6631
RDUO Y	9	0,00	0,38	0,79	0,0230

ANEXO 5. ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA LECHUGA VARIEDAD “CABEZA DE MANTEQUILLA”, EN 20 m² EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

Tabla N° 1 COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN

costos totales	Cantidad	Unidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Costos fijos				
Manejo del cultivo				
Carpa solar (alquiler)	10	meses	30	300
Desinfección del suelo	1	jornal	100	100
Preparación del sustrato	1	jornal	100	100
Almacigado y Trasplante	1	jornal	100	100
				600
Labores culturales				
Deshierbe	1	jornal	100	100
Aporque	1	jornal	100	100
				200
Cosecha y post cosecha				
Cosecha de semilla	2	jornal	100	200
				200
Sub total				1000
Costos variables				
Insumos				
Compost	7,5	kilogramos	2,5	18,75
Humus de lombriz	4,5	kilogramos	10	45
Semilla	1	g	3	3
Cajas Petri	27	Unidades	5	135
preparado de bioinsumos	2	Litros	8	16
Algodón	1	bolsa	20	20
Sub total				237,75
COSTO TOTAL				1237,75

Tabla N° 2 COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA SUELO, LECHUGA VARIEDAD BABIE CABEZA DE MANTEQUILLA EN 20 m² DE INVERNADERO

T1 (Testigo)	Cantidad	Unidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Costos fijos				
Manejo del cultivo				
Carpa solar (alquiler)	3,33	meses	30	99,9
Desinfección del suelo	0,33	jornal	100	33
Preparación del sustrato	0,33	jornal	100	33
Almacigado y Trasplante	0,33	jornal	100	33
				198,9
Labores culturales				
Deshierbe	0,33	jornal	100	33
Aporque	0,33	jornal	100	33
				66
Cosecha y post cosecha				
Cosecha de semilla	0,66	jornal	100	66
				66
Sub total				330,9
Costos variables				
Insumos				
Compost	0	kilogramos	2,5	0
Humus de lombriz	0	kilogramos	10	0
Semilla	0,33	g	3	0,99
Cajas Petri	9	Unidades	5	45
preparado de bioinsumos	0,66	Litros	8	5,28
Algodón	0,33	bolsa	20	6,6
Sub total				57,87
COSTO TOTAL				388,77

Tabla N° 3 COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA COMPOST, LECHUGA VARIEDAD BABIE CABEZA DE MANTEQUILLA EN 20 m² DE INVERNADERO

T2 (Compost)	Cantidad	Unidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Costos fijos				
Manejo del cultivo				
Carpa solar (alquiler)	3,33	meses	30	99,9
Desinfección del suelo	0,33	jornal	100	33
Preparación del sustrato	0,33	jornal	100	33
Almacigado y Trasplante	0,33	jornal	100	33
				198,9
Labores culturales				
Deshierbe	0,33	jornal	100	33
Aporque	0,33	jornal	100	33
				66
Cosecha y post cosecha				
Cosecha de semilla	0,66	jornal	100	66
				66
Sub total				330,9
Costos variables				
Insumos				
Compost	7,5	kilogramos	2,5	18,75
Humus de lombriz	0	kilogramos	10	0
Semilla	0,33	g	3	0,99
Cajas Petri	9	Unidades	5	45
preparado de bioinsumos	0,66	Litros	8	5,28
Algodón	0,33	bolsa	20	6,6
Sub total				76,62
COSTO TOTAL				407,52

Tabla N° 4 COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA HUMUS DE LOMBRIZ, LECHUGA VARIEDAD BABIE CABEZA DE MANTEQUILLA EN 20 m² DE INVERNADERO.

T3 (Humus)	Cantidad	Unidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
Costos fijos				
Manejo del cultivo				
Carpa solar (alquiler)	3,33	meses	30	99,9
Desinfección del suelo	0,33	jornal	100	33
Preparación del sustrato	0,33	jornal	100	33
Almacigado y Transplante	0,33	jornal	100	33
				198,9
Labores culturales				
Deshierbe	0,33	jornal	100	33
Aporque	0,33	jornal	100	33
				66
Cosecha y post cosecha				
Cosecha de semilla	0,66	jornal	100	66
				66
Sub total				330,9
Costos variables				
Insumos				
Compost	0	kilogramos	7	0
Humus de lombriz	4,5	kilogramos	10	45
Semilla	0,33	g	3	0,99
Cajas Petri	9	Unidades	5	45
Preparado de bioinsumos	0,66	Litros	8	5,28
Algodón	0,33	bolsa	20	6,6
Sub total				102,87
COSTO TOTAL				433,77

ANEXO 6. FOTOGAFIAS TOMADAS EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO



Fotografía N°1.Muestra de sustratos



Fotografía N° 2. Desinfección del suelo



Fotografía N° 3. Almacigo de la planta



Fotografía N° 4. Transplante de la lechuga



Fotografía N° 5. Crecimiento del cultivo



Fotografía N° 6. Numero de hojas en la planta



Fotografía N° 7. Crecimiento del tallo y limpieza del cultivo



Fotografía N° 8. Altura de Planta e inicio de botones florales



Fotografía N° 9. Etapa de floracion



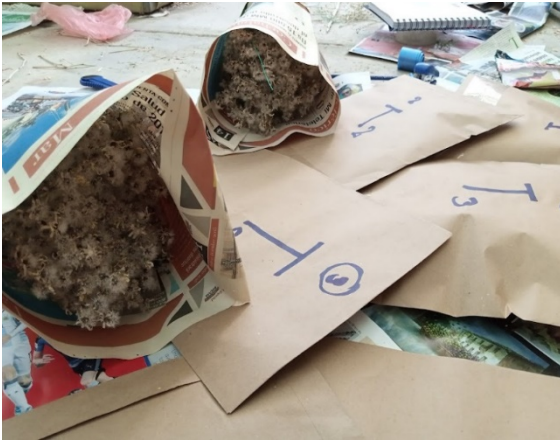
Fotografía N° 10. Inicio de semilla



Fotografía N° 11. Etapa de semilla



Fotografía N° 12. Dias a la cosecha



Fotografía N° 13. Introduccion de semilla a sobres de papel



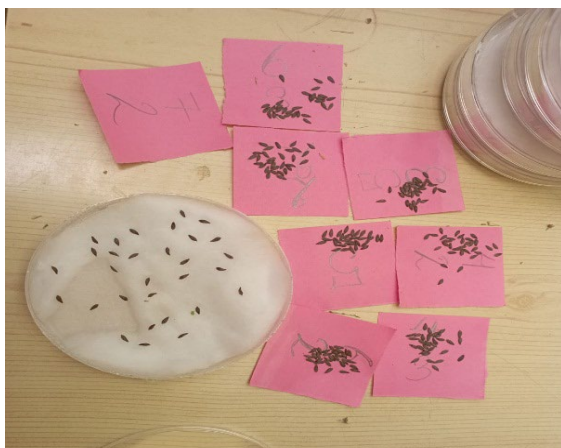
Fotografía N° 14. Venteo de semilla



Fotografía N° 15. Peso de semilla por gramo



Fotografía N° 16. Numero de semillas por gramo



Fotografía N° 17. Siembra de semillas en cajas petri



Fotografía N° 18. Porcentaje de germinacion