

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**LA CARBONATITA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE
LECHUGA (*Lactuca sativa*) cv. PATAGONIA**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

CINTHIA MARITZA YUCRA ATAUCUSI

Lima-Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMIA

**LA CARBONATITA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE
LECHUGA (*Lactuca sativa*) cv. PATAGONIA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

CINTHIA MARITZA YUCRA ATAUCUSI

Sustentada y Aprobada antes el siguiente jurado:

.....

Dr. Oscar Oswaldo Loli Figueroa

PRESIDENTE

.....

Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz

ASESOR

.....

Ing. Mg. Sc. Karín Coronado Matutti

MIEMBRO

.....

Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza

MIEMBRO

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA:

A mis Padres por ser las personas más maravillosas,
por su apoyo constante y decir que mis logros son
gracias a ellos.

A mi hermano que me apoyo mucho en la tesis y
a sus buenos consejos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria La Molina y en especial a la Facultad de Agronomía, por mi formación académica y profesional.

A mi patrocinador, el Ing. M.S. Andrés Virgilio Casas Díaz, por su constante apoyo para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis padres, Clemente y Lidia que han sido parte fundamental en mi formación como persona y profesional, gracias a su apoyo y comprensión que tuvieron en el desarrollo de mi carrera.

A mis amigos que de alguna manera colaboraron en el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1	CULTIVO DE LECHUGA	2
2.1.1	Origen.....	2
2.1.2	Clasificación Taxonomía.....	2
2.1.3	Descripción botánica	3
2.1.4	Producción del cultivo de lechuga en el mundo.....	3
2.1.5	Producción del cultivo de lechuga en el Perú	4
2.1.6	Importancia nutricional del cultivo de lechuga.....	4
2.1.7	Factores medio ambientales	5
2.1.8	Manejo agronómico.....	6
2.2	FUENTES ORGÁNICAS.....	9
2.2.1	Compost	9
2.2.2	Carbonatita	9
2.3	NUTRIENTES Y LA PLANTA.....	10
III.	METODOLOGIA.....	12
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL.....	12
3.1.1	Ubicación del experimento.....	12
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	12
3.3	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	12
3.4	ANÁLISIS DE LAS FUENTES ORGÁNICAS	14
3.5	CULTIVO.....	14
3.6	MATERIALES Y EQUIPOS	15
3.7	MANEJO AGRONÓMICO.....	15
3.8	FACTORES DE ESTUDIO.....	16
3.8.1	Tratamientos.....	16
3.8.2	Diseño experimental.....	17
3.8.3	Característica del campo experimental	18
3.8.4	Características evaluadas.....	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
4.1	RENDIMIENTO TOTAL.....	22
4.2	CALIDAD	27

4.3 Porcentaje de materia seca	31
4.4 CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES	32
4.4.1 CONCENTRACIÓN DE NITROGENO	32
4.4.2 CONCENTRACION DE FOSFORO.....	33
4.4.3 CONCENTRACION DE POTASIO	34
4.4.4 CONCENTRACIÓN DE CALCIO	35
4.5 EXTRACCIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES	36
4.5.1 Extracción de nitrógeno	36
4.5.2 Extracción de fosforo	38
4.5.3 Extracción de potasio	39
4.5.4 Extracción de Calcio	39
4.6 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	41
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. BIBLIOGRAFIA	45
VIII. ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de lechuga.....	2
Tabla 2: Producción mundial de lechuga	3
Tabla 3: Valor nutricional de Lechuga	4
Tabla 4: Condiciones meteorológicas en el período Julio-Septiembre 2018, La Molina.	13
Tabla 5: Resultados del Análisis de suelo del área experimental.....	13
Tabla 6: Características químicas de las diferentes enmiendas utilizadas.....	14
Tabla 7: Tratamientos empleados en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.	17
Tabla 8: Características del área de experimento.	19
Tabla 9: Efecto de la carbonatita en el rendimiento total, comercial, no comercial y distribución de la cosecha en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia (La Molina 2018).	25
Tabla 10: Efecto de la carbonatita en el rendimiento total, comercial, no comercial y distribución de la cosecha en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia (La Molina 2018).	27
Tabla 11: Porcentaje de materia seca en lechuga (Lactuca sativa).....	31
Tabla 12: Concentración de nitrógeno en hojas de lechuga (Lactuca sativa)	33
Tabla 13 Concentración de fosforo foliar en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	34
Tabla 14 Concentración de potasio foliar en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	35
Tabla 15 Concentración de calcio foliar en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.	36
Tabla 16: Extracción de nitrógeno en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.....	37
Tabla 17: Extracción de fosforo en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.....	38
Tabla 18: Extracción de potasio en lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.....	39

Tabla 19: Extracción de calcio en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).....	40
Tabla 20: Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina ,2018.	42

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Rendimiento total en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita (La Molina,2018).	22
Figura 2: Porcentaje del rendimiento comercial y rendimiento no comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> cv. Patagonia) empleando carbonatita. (La Molina 2018)..	24
Figura 3: Distribución de la cosecha porcentualmente en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> cv. Patagonia) empleando carbonatita. (La Molina 2018).	27
Figura 4: Peso promedio en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	28
Figura 5: Diámetro promedio en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	29
Figura 6 : Altura promedio en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	30
Figura 7: Porcentaje de materia seca en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).....	31
Figura 8: Extracción de nitrógeno en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).	37
Figura 9: Extracción de nitrógeno en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).	38
Figura 10: Extracción de nitrógeno en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).	40
Figura 11: Extracción de calcio en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).	41
Figura 12: Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.	53
Anexo 2: Cronograma de actividades en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.	54
Anexo 3: ANOVA de las diferentes variables evaluadas.	55

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación para evaluar la carbonatita en el rendimiento y calidad de la lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia. El experimento se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria entre los meses de julio y septiembre de 2018. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. Las evaluaciones realizadas fueron: rendimiento (Tn / ha); peso promedio (kg), diámetro (cm) y altura (cm) de la lechuga, materia seca en hojas (%), extracción (Kg / ha), concentración de N, P, K, Ca (%); y, por último, también se evaluó EC en suelo. El mayor rendimiento total y comercial se obtuvo con el tratamiento de 2 Tn carbonatita (60.01 y 55.51 Tn / ha). Sin embargo, no hubo diferencias con los otros tratamientos entre ellos el testigo. El rendimiento no comercial más bajo se obtuvo con el tratamiento con 1.8 Tn de carbonatita (3.61 Tn / ha). El peso, el diámetro y la altura promedio de la planta aumentaron a medida que disminuía la dosis de carbonatita. La materia seca mostró diferencias significativas entre el tratamiento control (2.52%) y el tratamiento de 1.8 Tn / ha de carbonatita (3.18%). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas para las concentraciones de N, K, Ca entre los diferentes tratamientos, pero la concentración de P fue significativamente diferente entre el compost (0.25%), el tratamiento de control (0.35%) y 2 Tn de carbonatita. (0,33%). La extracción de nutrientes (N, P, K y Ca) mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Además, el tratamiento con 2 Tn / ha de carbonatita obtuvo el mayor valor en todos los nutrientes. La conductividad eléctrica en el suelo mostró diferencias significativas entre el compost (0.669 dS / m) y los otros tratamientos (testigo, 1,8 Tn carbonatita, 2 Tn carbonatita, 2,2 Tn carbonatita). El tratamiento de 1,8 Tn / ha de carbonatita obtuvo la mejor calidad en altura, diámetro y peso promedio de la cabeza de lechuga, aunque el tratamiento 1tn/ha compost obtuvo resultados similares.

Palabras claves: *Lactuca sativa*, carbonatita, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

A research work was done to evaluate carbonatite yield and quality on lettuce (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia. The experiment was carried out at the National Agrarian University between July and September 2018. A design of blocks completely randomized was used to analyze the data. Evaluations carried out were: yield (Tn/ha); lettuce heads average weight (kg), diameter (cm) and height (cm), dry matter content in leaves (%), concentration (%) and extraction (Kg/ha) of N, P, K, Ca and EC in soil was also evaluated. The highest total and commercial yield was obtained with 2 Tn carbonatite (60.01 and 55.51 Tn/ha). However, there were not significant differences in both variables. The lowest non-commercial yield was obtained with 1.8 Tn/ha carbonatite (3.61 Tn/ha). The weight, diameter and average plant height increased as the dose of carbonatite decreased. The dry matter showed significant differences between the control treatment (2.52%) and the treatment of 1.8 Tn/ha carbonatite (3.18%). On the other hand, no significant differences were observed for the concentrations of N, K, Ca between the different treatments, but the concentration of P was significantly different between compost (0.25%), the control treatment (0.35%) and 2 Tn carbonatite (0.33%). Nutrients extraction (N, P, K and Ca) showed significant differences between treatments. Besides, treatment with 2 Tn/ha carbonatite obtained the highest value in all nutrients. The electrical conductivity in soil showed significant differences between compost (0.669 dS/m) and the other treatments (control, 1.8 Tn carbonatite, 2 Tn carbonatite, 2.2 Tn carbonatite). The treatment of 1.8 Tn / ha of carbonatite obtained the best quality in height, diameter and average weight of the lettuce head, although the treatment 1tn/ha compost obtained similar results.

Key words: *Lactuca sativa*, carbonatite, yield, quality.

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, en la actualidad la lechuga se puede cultivar al aire libre, en suelo o en forma hidropónica (Saavedra,2017). Además, la lechuga es un cultivo cosmopolita que es producido casi en todo el mundo y es de clima frío (Giaconi y Escaff ,2001).

En el Perú la lechuga es uno de los cultivos no tradicionales, que tiene una gran importancia en la costa y sierra, debido al buen desarrollo del cultivo, asimismo es una de las hortalizas más consumidas en nuestro país (La Rosa, 2015), aunque el principal problema del cultivo es el declive del rendimiento y calidad en siembras de noviembre a diciembre que serán cosechadas en enero o febrero (Stucchi,1999).

Los abonos orgánicos ,también promueven la actividad biológica, el balance hídrico, la capacidad de intercambio de nutrientes, una mejor estructura del suelo y como resultado de estas características, las erosiones están menos propensos en los suelos y generan una mejor capacidad de retención de nutrientes y un mejor desarrollo radicular de los cultivos y esto contribuirá a mejorar la eficiencia de los fertilizantes minerales incrementando la producción (Guerrero,1993 citado por Peralta, 2002).

Cuy (1958) indica que la mayor cantidad de materia orgánica adicionada a un suelo y descompuesta en él, hará que su nivel de productividad aumente, ya que va a poseer una elevada capacidad de adsorción de elementos nutritivos.

El uso de fertilizantes sintéticos está ocasionando la contaminación de los productos cosechados, suelos y aguas poniendo en riesgo el medio ambiente y la salud humana. Por ello, es necesario buscar otras fuentes de nutrientes, de naturaleza no convencional, como materiales orgánicos, con el propósito de sustituir parcialmente a los fertilizantes minerales convencionales (Aguirre,2016). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la carbonatita en el rendimiento y calidad de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia, bajo las condiciones de La Molina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE LECHUGA

2.1.1 Origen

La lechuga tiene su centro de origen en las costas del Sur del mar Mediterráneo, los primeros rastros de su existencia corresponden aproximadamente 4500 años a.c. donde se encontraron grabados en las tumbas egipcias (Mallar, 1978 citado por Valdez, 2008). Además, la lechuga cultivada y comestible se extendió de Egipto a Roma, Grecia, y a toda la región Mediterránea, donde fue mencionada por Hipócrates en el 430 a.C. y Columela en Roma. El primer indicio del cultivo en Europa Occidental fue encontrado en el herbario de Schöffer en 1485, quien describió cuatro tipos de lechuga (De Vries, 1997). El cultivo se expandió rápidamente del Mediterráneo hacia Europa y fue introducida por los primeros colonizadores de América en el año 1494 y su cultivo se difundió aceleradamente (Promosta,2005).

2.1.2 Clasificación Taxonomía

Tabla 1: Taxonomía de lechuga

Reino	Plantae – Plantas
Subreino	Tracheobionta - Plantas vasculares
Superdivisión	Spermatophyta - plantas de semilla
División	Magnoliophyta - Plantas con flores
Clase	Magnoliopsida – Dicotiledóneas
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae/Compositae - familia Aster
Género	<i>Lactuca</i> L. – lechuga
Especies	<i>Lactuca sativa</i> L.

FUENTE: USDA, 2018

2.1.3 Descripción botánica

La lechuga es una planta herbácea anual, que requiere de climas templados con una temperatura que oscila entre 10-20 C°, no tolera temperaturas mayores a 25 C° (Ugas *et al*,2000). El sistema radicular es denso y superficial, normalmente es pivotante con una profundidad máxima de 60 cm, con raíces laterales en los primeros 30 cm (Shimizu y Scott,2014), además sus hojas pueden ser de forma lanceolada, redondeada y el borde de los limbos puede ser ondulado, liso o aserrado (Maroto *et al*, 2000). El ciclo de crecimiento oscila entre 60 y 80 días según la precocidad del cultivar y el ambiente climático (FAO,2018).

2.1.4 Producción del cultivo de lechuga en el mundo

Según FAO (2018), En el 2016 se produjeron 26.779 millones de kilos, indicando un incremento de 2.65 % respecto al año anterior. En los últimos 10 años, la producción mundial de lechuga ha aumentado en 3.073 millones de kilos (un aumento de 12.96 %). China encabeza la lista de productores de esta hortaliza, produciendo 14.928 millones de toneladas en 2016 (Tabla N°2), esto quiere decir que el país asiático produjo un 55.75 por ciento del total mundial. Seguido de Estados Unidos (4.073 millones de kilos) y por india (1.089 millones de kilos) (FAO, 2018).

Con respecto a América del sur los principales productores de lechuga son Chile con 83.320 mil de toneladas, además está ubicado a nivel mundial en el puesto 19 y Colombia ubicado a nivel mundial en el puesto 22 con una producción de 78.713 mil toneladas y Perú produjo un total de 73.559 mil toneladas (FAO, 2018).

Tabla 2: Producción mundial de lechuga

POSICIÓN	PAÍS	PRODUCCION(tn)
1	China	14928768
2	EE.UU	4073530
3	India	1089025
4	España	930081
5	Italia	735967
6	Japón	586000
7	Irán	528533
8	Turquía	478442
9	México	439831
10	Alemania	333034

FUENTE: FAOSTAT (2018)

2.1.5 Producción del cultivo de lechuga en el Perú

Según SIEA (2017) la producción de lechuga fue de 74.099 toneladas en una superficie de 7 mil hectáreas. Las regiones con mayores producciones son Lima con 28,610 mil toneladas y Lima metropolitana con 20,232 mil toneladas (Lima y lima metropolitana concentran el 65.92% de la producción nacional). Por otro lado, la región con mayor superficie sembrada son región Lima con área de 4267 ha respectivamente. Las regiones con mayores rendimientos son La Libertad con 26 tn/ha, Junín con 24 tn/ha, Lima metropolitana con 21 tn/ha, Tacna con 19 tn/ha y Arequipa con 16 tn/ha (SIEA, 2017).

2.1.6 Importancia nutricional del cultivo de lechuga

La lechuga es fuente de vitaminas y minerales, cuyo beneficio para el organismo es consumirla en crudo, conservando sus propiedades nutritivas como se puede apreciar en la tabla N°3 (Murayama, 1977). La importancia de este cultivo es la elevada cantidad de vitamina A, llegando a alcanzar 4000 Unidades Internacionales (UI) en 100 gr de hojas verdes, baja en calorías y las hojas exteriores son más ricas en vitamina C (Collazos,1993).

Tabla 3: Valor nutricional 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: INFOAGRO (2018)

2.1.7 Factores medio ambientales

a. Clima

La lechuga se desarrolla en climas templados frescos, con temperaturas promedio mensuales de 13° y 18 °C, con un rango que puede oscilar entre 7°y 24°C, variación que esta durante todo el año. La temperatura alta, para el cultivo es aquello que supera los 30°C, este factor perjudica negativamente en la germinación, desarrollo del cultivo y el crecimiento (Goites,2008). Durante la formación de cabeza, la lechuga requiere ciertas temperaturas en el día de 12°C y de noche 3-5°C (Infoagro,2018). Asimismo, si sobrepasan el rango de 16-19°C inducen la floración antes de obtener la madurez comercial y como consecuencia, se produce cabezas anormales o vanas (Zagaceta,1992). Por esta razón se han creado cultivares de lechugas que son aptos para diferentes climas y obtengan su madurez en distintas estaciones (Zaldivar,2005 cita a Tamaro,1981) y respecto a la Humedad relativa favorable para la lechuga se encuentra en el rango de 60 a 80% y en los invernaderos se presenta algunos problemas porque se incrementa la humedad ambiental, es recomendable que el cultivo este al aire libre (Infoagro,2018).

b. Suelo

Según Rincón (2008), la lechuga es un cultivo que se adapta a cualquier tipo de suelo aunque prefiere suelos ligeros con buen drenaje. No obstante, las características del suelo deben presentar:

- Contenidos bajos de cloruros (Cl-) y de sodio (Na+).
- Conductividad Eléctrica en extracto de saturación del suelo menor de 3,5 dS/m
- Buena capacidad de infiltración del agua, evitando la acumulación de agua a profundidad radicular que pudiera dar lugar a problemas de podredumbre de raíces y asfixia radicular.
- Ausencia de impedimentos mecánicos que restrinjan el desarrollo radicular.
- Nivel medio-alto de materia orgánica.
- pH próximo a la neutralidad, oscilando entre 6,8 y 7 ,4. La lechuga es altamente sensible a la acidez del suelo y en menor grado a la alcalinidad, presentando una elevada tolerancia a la caliza.
- Contenidos medios-altos de fósforo asimilable (50-60 ppm con extracción Olsen Watanave) y de K (650-800 ppm extracción con Ac-NH₄).

c. Agua

El agua es el principal factor para una buena producción del cultivo, la función que desempeña tiene una gran importancia en el crecimiento, afectando a los procesos fisiológicos de las plantas de manera directa o indirecta (Maroto *et al*, 2000).

La lechuga es muy susceptible a la pérdida de agua, debido a que la mayor parte de la planta está expuesta al ambiente, por lo que se debe cosechar en las primeras horas del día, los síntomas de pérdida de agua se muestran como pérdida de turgencia en las hojas, pérdida de firmeza y por ello pierden su apariencia fresca (Cerdas y Montero,2004).

d. Luz

Las lechugas son plantas que requieren mucha luz, por el contrario, la poca presencia de luz genera que las hojas sean delgadas y en ocasiones cabezas vanas (Giacconi, 1989), además la luz es uno de los factores principales para el desarrollo de la planta como también, es fuente de energía para transformar en CO₂ en compuestos orgánicos (Ding *et al* ,2010).

2.1.8 Manejo agronómico

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno, comienza con una pasada de arado a unos 30 a 35 cm de profundidad, se realiza 15 días antes de la siembra o el trasplante y todo el rastrojo que se incorpora al suelo pueda descomponerse a tiempo (Pérez 2014, cita a Lesur 2006), para recibir las plántulas que permitirán su crecimiento y desarrollo hasta la cosecha; uno de los problemas, es la mala preparación de suelos que resulta los bajos rendimientos del cultivo (Layten,2015).

b. Siembra

La lechuga puede tener dos tipos de siembra como directa e indirecta, respecto a la siembra indirecta, permite mejorar la densidad del cultivo, ahorrar en el costo del raleo, reducir el ciclo del cultivo en tres o cuatro semanas, evitar plantas dobles. El suelo del almácigo debe ser fértil para permitir un crecimiento vigoroso de las plántulas y suelo para evitar daños radiculares al momento de ser retirados para su trasplante (Castagnino,2009). En siembra directa, si la germinación es buena se logra conseguir un cultivo más uniforme que el trasplante. Al no sufrir las plantas los efectos del trasplante, éstas quedan mejor enraizadas

y logran tener una resistencia mejor a las adversidades de la falta de agua y los ataques de enfermedades (Velásquez, 2001)

c. Trasplante

Esta actividad se realiza después de dos o tres semanas de sembrar la semilla y considerando las plántulas que están conformadas por 4 o 6 hojas (Casseres,1996). Algunos cuidados que se deben dar cuando la planta esté preparada para el trasplante, como no colocar las plantas directamente al sol y por ello el trasplante se realizaría en el día o al atardecer, otra recomendación es sumergir la bandeja en algún fungicida antes del trasplante para obtener un mejor resultado (Rodríguez *et al.* 2001). Por último, las plantas al ser trasplantadas, su raíz principal no debe estar quebrada, porque impediría el crecimiento normal o no lograría el prendimiento en el suelo y causaría la muerte de la planta (Araiza y Sánchez,1995).

d. Riego

Olarte (1987), afirma que la práctica del riego consiste en aprovechar la retención del suelo para acumular el agua en la zona de las raíces y cambiar el agua evapotranspirada por las plantas. Ugas *et al* (2000) menciona que la lechuga tiene un sistema radicular reducido a comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a falta humedad, es por ello que los riegos deben ser frecuentes y con poca cantidad de agua.

e. Nutrición

La lechuga, requiere una menor cantidad de elementos nutritivos, en comparación con otros cultivos hortícolas y al momento de efectuar la fertilización, tener presente que, el sistema radicular del cultivo es poco profundo y que en su mayor parte se encuentra ubicado en los 25-40 cm del suelo (Castagnino,2009). La lechuga absorbe y utiliza el nitrógeno en forma nítrica y amoniacal, esta especie es capaz de acumular la mayor cantidad de nitratos (Rojas,2003).

f. Control de maleza

El desmalezado se realiza en forma manual y se utiliza la escarda para esta labor, con el objetivo de mantener el campo libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo.

g. Plagas

Entre las plagas más importantes de la lechuga se encuentra *Heliothis Zea* Boddie, *Spodoptera exigue* Hubner, *Heliothis virescens* I.; entre los afidos y las moscas blancas son

importantes insectos chupadores y transmisores de enfermedades e encuentran *Myzus persicae* Sulz, *Macrosiphum barri* Essig; entre las moscas blancas se incluye a *Bemisia tabaco* Genn (Salunkhe y Kadham, 2015).

h. Enfermedades

El crecimiento de las lechugas puede ser afectado por la naturaleza de la enfermedad y la precocidad del ataque (Blancard *et al*,2005). Además, son un factor limitante para lproducción de lechuga cuando no disponen de cultivares resistentes (Michael *et al*, 2002).

Entre las principales enfermedades causadas por hongos se puede citar a *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Cercospora longissima* Cuguni, *Pythium ultimum* Trow, *Pythium irregulare* Buisman, *Bremia lactucae* Regel, *Sclerotinia minor* Jagger, *Fusarium oxysporum* Schlechtend, *Botrytis cinerea* Pers, *Eryshipe cichoracearum* DC, *Septoria lactucae* Pass, *Sclerotium rolfsii* Sacc, *Stemphylium botryosum* f. *lactucum* Wallr (Michael *et al*, 2002).

Las bacterias restringidas a las lechugas son autónomas pueden vivir en estado saprofítico al nivel de la rizosfera y filosfera o pueden parasitarlas y se encuentra en las hojas como la *Pseudomonas cichorii*, *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, *Erwinia carotovora* subsp.*carotovora*; en la raíz principal y tallos ,*Erwinia carotovora* subps. *Carotovora*, *Pseudomonas marginalis* pv.*marginalis* ; en el sistema vascular *Erwinia carotovora* subps. *Carotovora* (Blancard *et al*,2005).

La gran mayoría de virus que afectan a las lechugas son transmitidos por insectos picadores como los pulgones, moscas blancas, trips (Blancard *et al*,2005) y citan las principales características de los virus en el cultivo de la lechuga ,entre los principales virus se encuentran el virus Lettuce mosaic virus(LMV), Cucumber mosaic virus(CMV), Alfalfa mosaic virus (AMV), Broad vean wilt virus(BBWV), Turnip mosaic virus(TuMV), Endive necrotic mosaic virus(ENMV) (Blancard *et al*,2005).

i. Cosecha

En un campo de lechuga de cabeza se comienza con la cosecha cuando la mayor parte (más del 50%) que ha alcanzado el tamaño deseado y esta lo más sólido posible (Valadez,1994). La hortaliza tiene su madurez comercial cuando cumple con ciertos aspectos como la forma, tamaño que hacen aceptable para el mercado (Araiza y Sánchez,1995).

2.2 FUENTES ORGÁNICAS

2.2.1 Compost

El compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos tales como raíces, malezas, tallos y estiércoles de ave, de vacuno, de ovino, de porcino, etc. (Bear, 1973; citado por Chuquiruna, 1989). Asimismo, cumple un rol muy importante de supresor de enfermedades, a través de mecanismos biológicos como parasitismo, competencia y antibiosis por microorganismos antagónicos (Cuti ,2013 cita a Gorodecki y Hadar,1990).

Además, la incorporación del compost evita la erosión del suelo, los ácidos húmicos ayudan a disolver los minerales del suelo, dejándolos disponible para las plantas, también permiten una mejor aireación al suelo debido a una estructura muy porosa y aumenta la circulación de aire en el suelo favoreciendo a los microorganismos benéficos y permite a las plantas tener una mejor resistencia a los cambios de pH (Escriva,2010).

El poder del compost depende del tipo de materiales que están compuestos en su preparación al igual del manejo de la aeración y humedad. La composición química depende del tipo de residuo que se presenta para su elaboración (Coronado ,1997) y un compost de buena calidad está compuesto de los siguientes valores de N-P-K 1.0%-0.6%-0.8% (Defunde,1991).

2.2.2 Carbonatita

Las carbonatitas son rocas intrusivas o en algunos casos volcánicas (lavas y tobas) carbonatadas. Están compuestas por calcita y/o dolomita (carbonatitas magnésicas) y a veces son rocas alcalinas (natrocarbonatitas), en cuyo caso están conformadas por carbonatos de Na, K y Ca. En otras ocasiones, pueden tener un alto contenido en hierro (carbonatitas férricas), con magnetita y hematites como minerales frecuentes. Suelen presentar también algunos silicatos (carbonatitas silíceas) (Bastida ,2005).

Agroboreal (2018) indica que “La carbonatita es un producto extraído de una cantera natural, contiene el conjunto más extenso de oligoelementos que cualquier fertilizante químico u orgánico; una gran variedad de minerales, tiene nutrientes significativos: calcio, fósforo, Potasio, Magnesio. La concentración promedio de los principales minerales de la carbonatita variará en cantidades según porcentajes de la lista siguiente:

- 65% Calcita ígnea: una forma única de carbonato de calcio que amortigua los suelos ácidos y es una fuente de calcio
- 15% de Biotita Mica y Vermiculita: una fuente de calcio y de fosforo
- 1.5% de Magnesita: un mineral carbonatado de magnesio
- 1.5% de Piroxeno: mineral primario rico en cal, hierro, sílice y magnesio
- 1.0% de Ortosa: un mineral de feldespato de potasio
- 2% de Magnetita y Hematita: buena fuente de hierro
- 0.2% de Thenardita: un mineral de sulfato de sodio
- 0.3% de H₂O: agua”.

2.3 NUTRIENTES Y LA PLANTA

a. Nitrógeno

Rincón (2008) indica que la lechuga obtiene todo el nitrógeno del suelo por absorción de las raíces en forma iónica, principalmente en forma nítrica (NO₃⁻) y menos como amonio (NH₄⁺). El nitrógeno es utilizado por la planta para sintetizar proteínas, clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos y enzimas. Young (1997) ha demostrado que los ácidos húmicos contienen muchos tipos de compuestos nitrogenados.

b. Fosforo

Este nutriente tiene un papel clave en la nutrición vegetal, actuando en los procesos del metabolismo en los que se desarrollan el intercambio de energía, como son la degradación de los carbohidratos, la fotosíntesis, etc. El fosforo ejerce una acción para el desarrollo radicular y formación del cogollo. Asimismo, la absorción del fosforo por el sistema radicular es afectada por la temperatura del suelo, por lo que las carencias de este nutriente se manifiestan con mayor intensidad durante las épocas frías (temperaturas inferiores a 9-12°C) (Maroto *et al.* 1999).

c. Potasio

La lechuga es un cultivo exigente en abono potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, principalmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio. En invierno la relación K/N debe ser mayor que en verano por lo que se necesita compensar la deficiencia de luz (García, 2013). Este nutriente interviene en el transporte de los carbohidratos (azúcares). Además, los cultivos que poseen potasio son

más resistentes a condiciones adversas como el frío, la sequía, ataques de plagas y enfermedades, etc. (Maroto *et al.* 1999).

Berríos (2015) cita a Malavolta (2006) quien reporta estudios de nutrición y abonamiento de plantas cultivadas y lográndose demostrar que el ion potasio es esencial para que las plantas completen su ciclo biológico. Esto se debe al ion potasio porque participa directa o indirectamente de innumerables procesos bioquímicos como fotosíntesis, respiración, metabolismo de carbohidratos y la falta de este nutriente refleja una baja tasa de crecimiento.

d. Calcio

El cultivo absorbe el calcio en forma iónica (Ca^{+2}) de la disolución del suelo. Asimismo, el calcio actúa como elemento estructural en la formación de nuevas células en las membranas celulares, interviniendo como catalizador en la síntesis de enzimas, activa la eliminación de agua al aumentar la transpiración, neutraliza la acidez en los jugos celulares. Además, el calcio es un elemento poco móvil por lo que se acumula en las hojas adultas (Rincón, 2008). Navarro y Navarro (2003) menciona que el calcio se encuentra en la planta tanto en forma mineral soluble: sulfato cálcico (SO_4Ca), como insoluble: $[(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3]$ y carbonatos cálcicos (CO_3Ca). Además, se le encuentra en forma orgánica, en plantas como, crucíferas y remolacha azucarera, leguminosas, como oxalatos y pectinatos cálcicos. En las plantas jóvenes se encuentran en el protoplasma y en las membranas celulares, mientras que en plantas adultas se encuentran en las vacuolas. En diferentes muestras de la misma especie vegetal el contenido de calcio es variable y depende mucho de la cantidad de calcio asimilable presente en el suelo.

El calcio se encuentra en mayor proporción en tallos y hojas que en frutos y semillas. Sus contenidos dependen del calcio asimilable presente en el entorno radical y de la presencia de otros cationes en la disolución. En las plantas superiores se encuentran altos contenidos y están relacionados con los altos niveles presentes en la disolución del suelo que con el mecanismo de adsorción cálcica por las células de la raíz (Gil, 1995).

III. METODOLOGIA

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación del experimento

El presente ensayo se realizó entre los meses de Julio – septiembre 2018, en los campos del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de La Molina. Su ubicación geográfica es:

- Latitud: 12° 05' 06'' S
- Longitud: 76° 57' 09'' S.O
- Altitud: 236 m.s.n.m

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la caracterización física química del suelo, se realizó un muestreo al azar en todo el campo. Luego las muestras fueron secadas y tamizadas a 2mm, fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Los resultados se presentan en la Tabla N°5. El suelo presenta clase textural franco arcilloso arenoso, pH ligeramente alcalino (7.59), con un porcentaje de materia orgánica media (2.30%). El contenido de fósforo disponible fue alto (34.5 ppm). El potasio disponible fue alto (315 ppm). El suelo es ligeramente salino (2.56 dS/m), el contenido de carbonato de calcio fue de (5.10%). La capacidad de intercambio catiónico fue un valor medio de (10.40 meq/100g). El % de solución de bases es de 100 % siendo el catión, Ca^{+2} el dominante. El Na^{+} se presenta en un porcentaje menor al 15%.

3.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Durante el periodo que se desarrolló el ensayo, se obtuvo la información de la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria la Molina. En la Tabla N°4 se presenta el resumen de los datos meteorológicos por mes, donde se observa que la temperatura promedio vario entre 15.46 y 16.3°C. La humedad relativa promedio fue de 82.65 por ciento. Los datos diarios se muestran en el anexo 1.

Tabla 4: Condiciones meteorológicas en el período Julio-Septiembre 2018, La Molina.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
	T° mín	T° máxima	T° prom	
Julio	14.34	18.22	15.66	85.43
Agosto	13.71	18.81	15.46	82.72
Septiembre	13.66	20.54	16.3	79.79

FUENTE: SENAMHI (2018)

Las condiciones ambientales comúnmente recomendadas para la lechuga en clima templados son de 13 y 18 °C, por lo tanto, se puede decir que las temperaturas prevalecieron durante el ensayo y fueron las adecuadas para el crecimiento y desarrollo de la lechuga (Goites,2008). La humedad relativa recomendada se encuentra en el rango de 60-80 por ciento (Infoagro,2018). Durante el presente ensayo la humedad relativa varió entre 79.79% y 85.43%.

Tabla 5: Resultados del Análisis de suelo del área experimental

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
pH(1:1)	7.59
CE(1:1)dS/m	2.56
CACO3%	5.10
M.O.%	2.3
P ppm	34.5
K ppm	315
Arena %	53
Limo %	24
Arcilla %	23
clase textural	Fr.Ar.A.
CIC (meq/100gr)	10.40
Ca ⁺² (meq/100gr)	6.27
Mg ⁺² (meq/100gr)	2.60
K ⁺ (meq/100gr)	0.82
Na ⁺ (meq/100gr)	0.71
Al ⁺³ +H ⁺ (meq/100gr)	0.00
Suma de cationes	10.40
Suma de bases	10.40
% sat. De bases	100

Fuente: Laboratorio De Análisis De Suelos Unalm

3.4 ANÁLISIS DE LAS FUENTES ORGÁNICAS

El compost que fue empleado en el experimento fue de procedencia de la Unidad de Suelos y su análisis muestra un pH de 7.04 que es ligeramente alcalino, sin problemas de salinidad, el porcentaje de nitrógeno fue de 1.55, el fósforo 0.87%, potasio 1.02%, calcio 4.95 %, magnesio 1.49 %, sodio 0.27%, CE es de 9.15 dS/m (Tabla N°6). La carbonatita que fue empleada es de procedencia de la casa comercial Agroboreal y sus análisis se muestra un pH de 7.83 que es moderadamente alcalino, el porcentaje de nitrógeno fue de 0.3, el fósforo 3.09%, potasio 1.10%, calcio 27.79 %, magnesio 3.01 %, sodio 2.28%, CE es de 0.14 ds/m.

Tabla 6: Características químicas de las diferentes enmiendas utilizadas

Composición	Fósforo	Carbonatita
Nitrógeno %	1.55	0.3
Fósforo (P ₂ O ₅) %	0.87	3.09
Potasio (K ₂ O) %	1.02	1.10
Calcio (CaO) %	4.95	27.79
Magnesio (MgO) %	1.49	3.01
Na %	0.27	2.28
pH	7.04	7.83
CE dS/m	9.15	0.14

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas y Aguas y Fertilizantes de la UNALM

3.5 CULTIVO

En el presente trabajo de investigación se utilizó el cultivar Patagonia, procedente de la casa comercial Rijk Zwaan. Es una cultivar que arrepolla, de color verde oscuro y de peso promedio del repollo que varía entre 0.8 a 1.2 kg dependiendo de las condiciones del cultivo (densidad, clima, riegos, etc.) (Rijkzwaan,2018).

3.6 MATERIALES Y EQUIPOS

a. De campo: semillas de lechuga, block de notas, lapicero, lápiz, bolsas plásticas, cámara fotográfica, insecticidas, fungicidas, jabas, mochila de palanca, bolsas de papel, pala, escarda.

b. De laboratorio: Vernier, cuchillo, probeta, agua destilada, balanza digital, estufa.

3.7 MANEJO AGRONÓMICO

a. Preparación del terreno

Esta labor se realizó el 04 de mayo del 2018. Comenzó con la limpieza del terreno, luego siguió un arado de disco y una pasada con rastra de discos para su nivelación. La maquinaria para esta labor fue proveído por el Programa de Hortalizas. Terminando las labores se pasó al surcado de campo y posteriormente al riego de gravedad.

b. Almacigado

La siembra del almacigo de la lechuga cv. Patagonia se realizó el 29 de mayo del 2018 en bandejas de 8 x 24, en un sustrato tierra y musgo en proporción 60 – 40 dentro de los invernaderos del Huerto que está ubicado en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

c. Trasplante

El trasplante definitivo se realizó en campo el 06 de Julio del 2018, ubicado cerca de los laboratorios de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con una densidad de siembra de 0.3 m entre planta y 0.8 m entre surcos, doble hilera con un total de 1800 plantas en el área experimental equivalente a 75000 plantas por ha.

d. Riego

El primer riego se realizó un día antes del trasplante. Los siguientes riegos se realizaron para mantener una humedad adecuada en el campo.

e. Fuentes Orgánicas

La incorporación de fuentes orgánicas se realizó el día 14 de julio del 2018. La Carbonatita fue distribuida en tres dosis que fueron aplicados al mismo tiempo en las distintas parcelas experimentales, con las siguientes dosis (2.2 tn/ha ,2 tn/ha ,1.8 tn/ha). Lo mismo se realizó

con la fuente orgánica a base de compost que se aplicó al mismo tiempo con una dosis de 1tn/ha.

f. Desmalezado

El desmalezado se realizó en forma manual y con escarda cuando era necesario, además se realizó esta labor con el objetivo de mantener el campo libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo y se realizaron 6 desmalezados en total, el primer deshierbo se realizó a los 10 días después del trasplante (ddt), el segundo a los 18 ddt, el tercero a los 28 ddt , el cuarto a los 38 ddt, el quinto a los 48 ddt, el sexto a los 56 ddt.

g. Control fitosanitario

El cultivo de lechuga fue monitoreado para determinar la presencia de plagas y enfermedades. Se presentó la incidencia de *Aphis gossypii* durante el desarrollo del cultivo afectando las primeras hojas. La presencia de gusanos (*Heliothis spp*, *Agrotis spp*) fue mínima. *Liriomyza huidobrensis* se presentó un mes antes que termine la cosecha. Las plagas y enfermedades fueron monitoreadas semanalmente. Las aplicaciones fueron realizadas cuando fue necesario (Anexo 2).

h. Cosechas

Se realizaron en total 3 cosechas, la primera se realizó el 6 de septiembre, la segunda el 12 de septiembre y la tercera el 21 de septiembre del 2018.

3.8 FACTORES DE ESTUDIO

3.8.1 Tratamientos

En el presente ensayo se evaluó 5 tratamientos, los cuales estaban conformados por el tratamiento 1 (Testigo) sin aplicaciones de fuente orgánica, tratamiento 2 (Carbonatita con dosis de 2.2 tn/ha), tratamiento 3(Carbonatita con dosis de 2tn /ha), tratamiento 4 (Carbonatita con dosis de 1.8 tn/ha), tratamiento 5 (Compost) (Tabla N° 7). Las aplicaciones de carbonatita y compost se realizaron a los 8 días después del trasplante. Las dosis utilizadas fueron de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una lampa y la aplicación se hizo entre plantas.

Tabla 7: Tratamientos empleados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv.Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

Tratamiento	Producto	Procedencia	Dosis/ha	Momento de aplicación
Tratamiento 1	TESTIGO	-	-	
Tratamiento 2	CARBONATITA	Spanish river carbonatite	2.2tn	Después de 8 días del trasplante entre plantas.
Tratamiento 3	CARBONATITA	Spanish river carbonatite	2tn	
Tratamiento 4	CARBONATITA	Spanish river carbonatite	1.8 tn	
Tratamiento 5	COMPOST	Unalm	1 tn	

3.8.2 Diseño experimental

El diseño estadístico utilizado en el presente trabajo de investigación fue el de Bloques Completamente al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en las unidades experimentales de cada bloque. En cada uno de los experimentos se realizó el análisis estadístico correspondiente. El modelo aditivo lineal de cualquier observación es:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Resultado de la i-j-ésima observación.

U = Media general

α_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del bloque j

e_{ij} = Efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots, 6$

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

El esquema del análisis de varianza que corresponde fue el siguiente:

Fuente de Variación esperados	G.L	C.M
Bloques	$r-1 = 3$	
Tratamientos	$t-1 = 4$	$\sigma^2 + r \sum T_i^2 / (t-1)$
Error	$(r-1)(t-1) = 12$	σ^2
Total	$rt-1 = 19$	

Dónde:

r = Número de bloques

t = Número de tratamientos

T_i = Efecto del tratamiento i

Los datos obtenidos de la evaluación de variables en los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia (ANVA). Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparación de Duncan con un nivel de significación de 0.05. El software utilizado para realizar los análisis fue el Infostat (2008).

3.8.3 Característica del campo experimental

En el Tabla N°8 se presentan las características de las unidades experimentales del presente ensayo:

3.8.4 Características evaluadas

a. Rendimiento

- **Rendimiento total**

El resultado del peso total de cada unidad experimental en cada cosecha, que luego fueron llevados a rendimiento en toneladas por hectárea.

- **Rendimiento cabezas comerciales**

Se evaluó el rendimiento comercial de cada unidad experimental, expresado en toneladas por hectárea, cabezas que lograron un arrellamiento normal de las hojas, cabezas compactas y sólidas, destinadas a la comercialización.

- **Rendimiento cabezas no comerciales:**

El rendimiento no comercial estuvo conformado por cabezas que resultaron dañadas y vanas (plantas que no lograron un arpeollamiento de las hojas siendo cabezas flojas o blandas).

Tabla 8: Características del área de experimento.

Diseño Experimental	DBCA
Número de Tratamientos	5
Número de bloques o repeticiones	4
Número total de unidades experimentales	20
UNIDAD EXPERIMENTAL (PARCELA)	
Largo de parcela	5
Ancho de parcela	2.4
Área de la parcela	12 m²
BLOQUES	
Número de bloques	4
Largo del bloque	12m
Ancho del bloque	5m
Área del bloque	60 m²
Área total experimental	300 m²

b. Calidad externa

Se tomaron 10 cabezas al azar por cada repetición del tratamiento en cada cosecha en los que se evaluó:

- **Peso promedio de la cabeza arpeollada comercial:** Se evaluó el peso promedio de la lechuga.
- **Diámetro horizontal de la cabeza arpeollada:** Se evaluó la medición de la cabeza en la zona de mayor diámetro.

- **Altura de la cabeza arrepollada:** Se evaluó la medición desde la parte superior de la cabeza hasta el corte del tallo.

c. Porcentaje de materia seca: Se utilizó una lechuga por unidad experimental y se extrajo 120 gr de tejido fresco y se colocaron en una estufa a 70°C por tres días luego calcular el porcentaje según la relación entre el peso seco y el peso fresco por 100.

Concentración foliar de nitrógeno, fosforo, potasio y Calcio

d. Concentración de nitrógeno

Las muestras foliares secas fueron molidas en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM donde fueron analizadas por el método de Kjeldahl el cuál se basa en el ataque de las muestras foliares 0.1gr que son envueltas en papel manteca e introducidas en un balón y digeridas en presencia de 3 mL de H₂SO₄ concentrado caliente y 0.1 gr de catalizador. Luego la muestra fue destilada con NaOH al 50% y el NH₃ desprendido fue capturado en solución de ácido bórico al 2%. Esta solución fue finalmente titulada con H₂SO₄ al 0.025 N (Vega,2014 cita a Jones, 1991).

e. Concentración de fosforo

Las muestras foliares secas fueron molidas en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM donde se realizaron el análisis, el cual se tomó 0.5 gr y se adicionó 6 mL de ácido nitro perclórico y luego agua destilada 10 mL a la solución. Procediendo con el extracto en solución se echa 25 ml de agua destilada y poder realizar la lectura en el equipo de luego se leyó en un colorímetro.

f. Concentración de potasio

Las muestras foliares secas fueron molidas en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM donde se realizaron el análisis, el cual se tomó 0.5 gr y se adicionó 6 mL de ácido nitro perclórico y luego agua destilada 10 mL a la solución. Procediendo con el extracto en solución se echa 25 ml de agua destilada y poder realizar la lectura en el equipo de espectrofotometría de absorción atómica determinar la cantidad de calcio que contiene.

g. Concentración de Ca

Las muestras foliares secas fueron molidas en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM donde se realizaron el análisis, el cual se tomó 0.5 gr y se adicionó 6 mL de

ácido nítrico y luego agua destilada 10 mL a la solución. Procediendo con el extracto en solución se echa 25 ml de agua destilada y poder realizar la lectura en el equipo de espectrofotometría de absorción atómica para determinar la cantidad de calcio que contiene.

h. Extracción de nutrientes de Nitrógeno, fósforo, potasio y Calcio

La extracción fue calculada con el rendimiento peso fresco, porcentaje de materia seca y las concentraciones de los nutrientes evaluados en el ensayo.

En el suelo

i. Conductividad eléctrica

Se muestreo el suelo de cada unidad experimental y se determinó la conductividad eléctrica (dS/m) de los extractos obtenidos de dichas muestras. Se utilizó un conductímetro digital marca Consort C1020 con aproximación al centésimo.

IV.RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RENDIMIENTO TOTAL

En la Tabla N° 9 y Figura N°1 se resumen los resultados obtenidos. Se puede apreciar que los rendimientos totales varían entre 56.22 y 60.01 tn/ha. No hubo diferencias estadísticas según el Anva (anexo 03) y realizando la prueba de Duncan al 5% tampoco se registró diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos ya que los rendimientos obtenidos fueron similares.

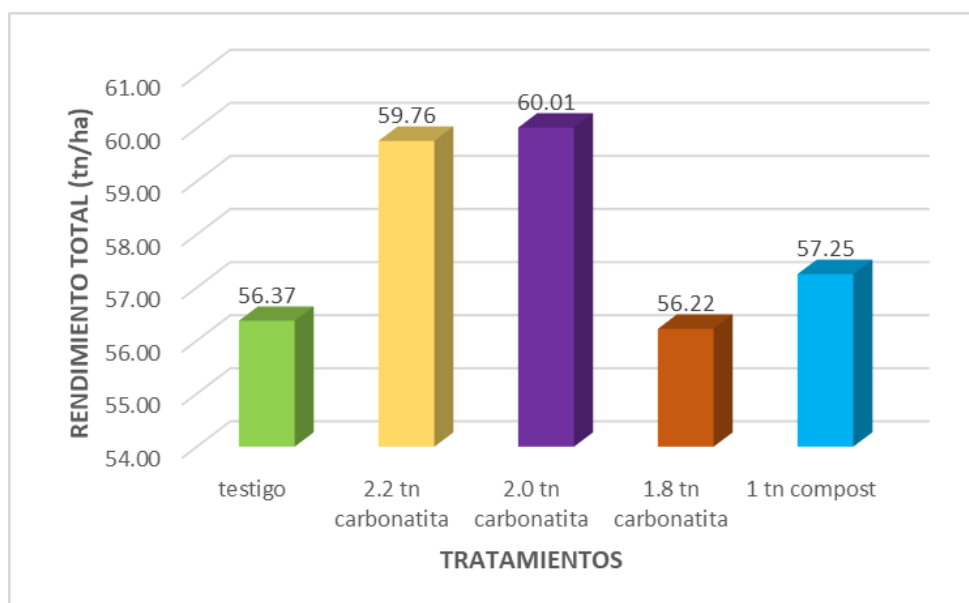


Figura 1: Rendimiento total en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita (La Molina,2018).

Los rendimientos del presente ensayo fueron superiores al promedio de rendimiento reportado a nivel nacional que es 10.42 tn/ha (SIEA, 2017) y todos los tratamientos fueron superiores al promedio correspondiente a la región Lima (6.7 tn/ha).

Según Valadez (1994) el rendimiento y calidad de la lechuga son afectados por la deficiente fertilización de nitrógeno que presentan menos de 40 unidades, por

La consecuencia, originan plantas pequeñas y amarillentas, siendo poco suculentas; por otra parte, dosis alta de abonamiento como 180 unidades de N/ha provocan un rápido crecimiento en las lechugas de cabeza.

Se observa que los rendimientos totales obtenidos en el presente ensayo son muy parecidos a los que reporta Mollinedo (2006) quien aplicó estiércol, compost de ovino y en ambos se adicionó 200kg/ha de nitrógeno y obtuvo 56.21tn/ha y 57tn/ha en el cultivo de lechuga. De igual forma, Zaldívar (2005) realizó también aplicaciones de fuentes nitrogenadas en el cultivo, aunque no encontró diferencias significativas para el rendimiento total, pero obtuvo un promedio de 5460.85 docenas/ha.

Zamora (1957) menciona que en un ensayo sobre el efecto del sulfato de amonio, guano de islas, Nu-Green, salitre sódico, para el cultivar Great Lakes de lechuga, obtuvo un rendimiento de 37.6 t/ha, cuando se realizó la aplicación de 30 Kg de N/ha con guano de islas.

En el presente ensayo solo se usaron carbonatita y en un tratamiento no fue aplicado, los rendimientos pueden considerarse adecuadas a pesar que no han recibido suplemento alguno de fertilizantes. La fertilidad natural del suelo puede haber influenciado en los rendimientos observados en el presente ensayo.

a. Rendimiento comercial

En la tabla N° 9 también se puede apreciar que los rendimientos comerciales varían entre 46.81 y 55.51 tn/ha. No existió diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados (anexo 3), tampoco hubo diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5%. El tratamiento con 2 tn carbonatita fue el que obtuvo el mayor valor respecto a rendimiento comercial (55.51tn/ha) y el tratamiento testigo presentó el menor valor (46.81 tn/ha), además el porcentaje que representa respecto al rendimiento total es el menor obtenido (83.33%). El tratamiento 1.8 tn de carbonatita representó el mayor porcentaje comercial obtenido (93.61%) respecto al rendimiento total.

Zaldívar (2005) aplicó fuentes nitrogenadas (Urea, Ajinofer, compost, Guano de islas, Biol, Humiterra) en el cultivo y el mayor rendimiento comercial se obtuvo con Humiterra (4688 docenas/ha) y el menor valor fue con el guano de islas (3045 docenas/ha).

Sin embargo, se observa que el porcentaje de rendimiento comercial se incrementa conforme la dosis de carbonatita disminuye (Figura N°02). Un mayor porcentaje del rendimiento comercial no significa un mayor rendimiento. Zaldivar (2005) coincide con los resultados de porcentaje del rendimiento comercial, estando en el rango promedio de 62.7 y 78.3% del total cosechado.

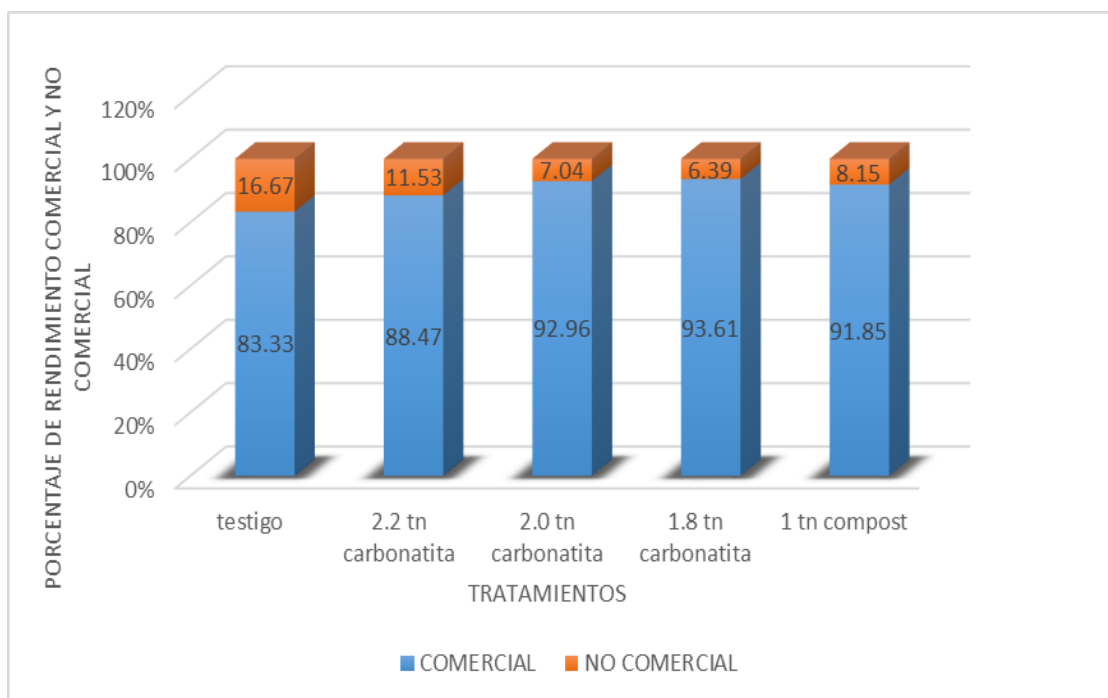


Figura 2: Porcentaje del rendimiento comercial y rendimiento no comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Patagonia) empleando carbonatita. (La Molina 2018).

Tabla 9: Efecto de la carbonatita en el rendimiento total, comercial, no comercial y distribución de la cosecha en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) cv. Patagonia (La Molina 2018).

Tratamiento	Rendimiento (tn/ha)				Distribución de cosecha (tn/ha)					
	Total	Comercial		No comercial	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
		%			%	%	%	%	%	
Testigo	56.37 a*	100	46.81(83.33 %) a*	9.57 (16.67%) a*	24.46	31.71	27.96	36.25	24.71	32.03
2.2 tn carbonatita	59.76 a	100	52.84(88.47%) a	6.92 (11.53%) ab	27.21	33.33	29.96	36.70	24.46	29.96
2 tn carbonatita	60.01 a	100	55.51(92.96%) a	4.49 (7.04%) b	37.46	43.74	24.21	28.27	23.96	27.98
1.8 tn carbonatita	56.22 a	100	52.61(93.61%) a	3.61(6.39%) b	33.71	39.13	30.71	35.65	21.71	25.20
1 tn Compost	57.25 a	100	52.58(91.85%) a	4.68 (8.15%) b	41.71	49.28	18.71	22.10	24.21	28.60
PROMEDIO	57.92	100	52.0	5.85	39.54		32.82		29.37	
CV%	14.90		14.29	54.44	21.18		51.75		51.48	

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 5%

b. Rendimiento no comercial

El rendimiento no comercial estuvo constituido por lechugas vanas y/o con pudrición y se muestra en la tabla N°9. Hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados y se aprecia que existen diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5%. El tratamiento testigo presenta diferencia significativa con los tratamientos 2tn carbonatita, 1.8 tn carbonatita, 1 tn compost. El tratamiento testigo es el que presentó el mayor rendimiento no comercial (9.57 tn/ha) y el tratamiento 1.8tn carbonatita es el que presentó el menor valor (3.61 tn/ha).

Es probable que los aportes de Ca en las fuentes orgánicas empleadas puedan haber contribuido a una menor pudrición de lechugas. Uno de los factores ambientales que influye sobre la formación de cabeza es la temperatura (Zagaceta,1992). No se obtuvieron plantas con flores durante el ensayo, debido a las características del cultivar y las condiciones climáticas favorables, logrando concluir que los tratamientos no estimularon la floración.

El mayor porcentaje de rendimiento no comercial es el testigo a comparación de los demás tratamientos cuyos porcentajes son menores a 11, por lo cual está en el rango de valores (7 a 13%) que se consideran mínimo en una cosecha comercial. Se puede concluir que los tratamientos empleados en el ensayo no influyeron sobre el rendimiento no comercial, considerando que esta característica depende más del cultivar y la temperatura o factores ambientales (alta humedad relativa).

c. Distribución de cosechas

La distribución de las cosechas nos da una idea de la concentración de la producción a lo largo del periodo de cosecha y se puede observar que la distribución de la producción del cultivo no fue similar en todos los tratamientos. Los porcentajes de rendimientos comerciales de tres cosechas se muestran en la tabla N°9. En la figura N° 3 se resalta la mayor concentración del rendimiento de los tratamientos 2 tn carbonatita, 1.8 tn carbonatita y compost en la primera cosecha obteniendo el 43.74, 39.13, 49.28 por ciento del rendimiento comercial respectivamente, y se aprecia que el porcentaje mayor lo presentó compost ,debido posiblemente al mayor aporte de nitrógeno que contiene la fuente, por otro lado, el tratamiento 2.2 tn carbonatita y testigo obtuvieron la mayor concentración en la segunda cosecha logrando el 36.70 y 36.25 por ciento del rendimiento comercial del tratamiento.

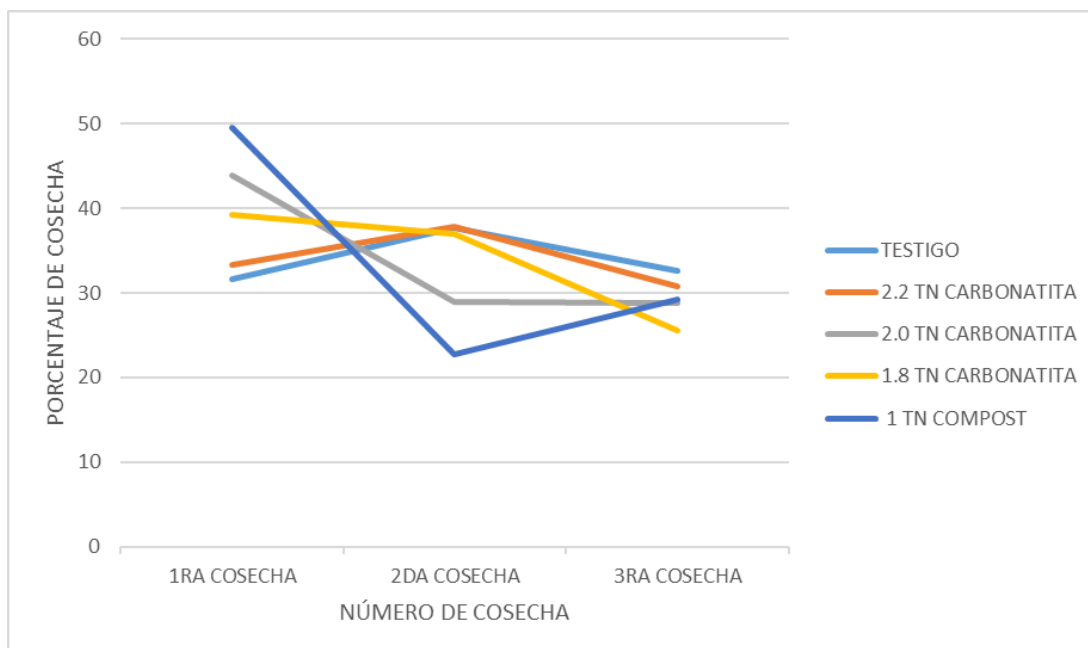


Figura 3: Distribución de la cosecha porcentualmente en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Patagonia) empleando carbonatita. (La Molina 2018).

4.2 CALIDAD

En la tabla N°10 se presentan las principales características de calidad de lechuga expresadas en peso promedio, diámetro y altura de cabeza.

Tabla 10: Efecto de la carbonatita en el rendimiento total, comercial, no comercial y distribución de la cosecha en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia (La Molina 2018).

Tratamiento	Peso promedio(kg)	Diámetro(cm)	Altura (cm)
Testigo	0.76 c*	12.12 ab*	12.88 ab*
2.2 tn carbonatita	0.76 c	11.54 b	12.47 b
2 tn carbonatita	0.80 bc	12.12 ab	13.26 ab
1.8 tn carbonatita	0.89 a	12.76 a	13.88 a
1 tn Compost	0.87 ab	12.69 a	13.63 ab
ANVA	*	ns	Ns
Promedio	0.82	12.25	13.23
CV(%)	8.82	6.33	7.67

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

a) Peso promedio

En la tabla N°10 se resumen los resultados obtenidos. Se puede apreciar que los pesos promedios varían entre 0.76 y 0.89 kg (Figura N°4). Se observaron que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados (anexo 3), también hubo diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5%. Se encontró diferencias significativas entre el testigo, 2.2 tn carbonatita con respecto a 1.8 tn carbonatita. Se obtuvo un valor máximo de peso promedio de 0.89 kg para 1.8 tn carbonatita, presentándose un incremento del 17.11% con respecto al menor de 0.76 kg (testigo y 2.2 tn carbonatita). También se presenta una tendencia a aumentar el peso promedio conforme disminuye la dosis de carbonatita. Cabe mencionar que el promedio del peso de cada lechuga fue de 0.82 Kg con un coeficiente de variabilidad de 8.82%.

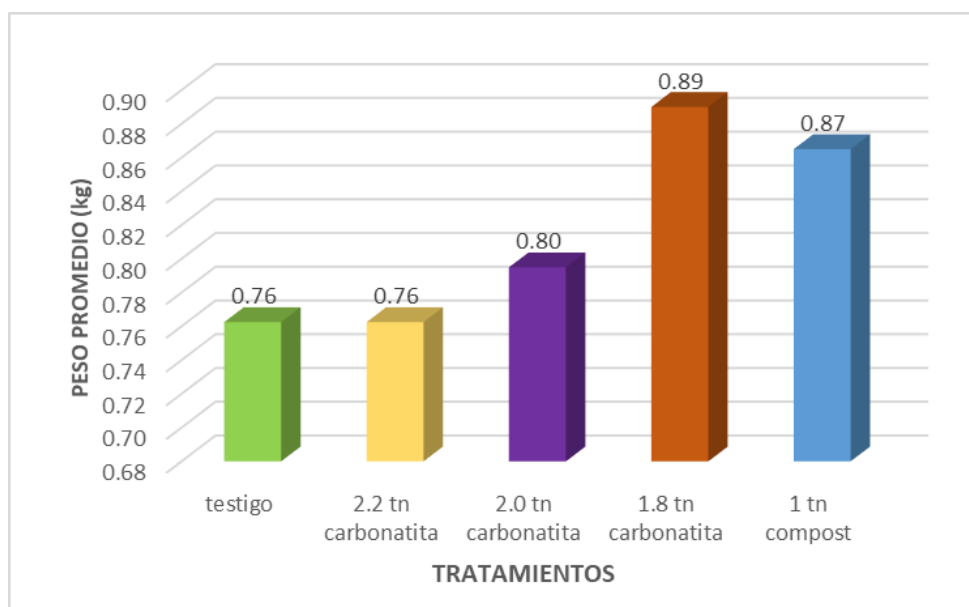


Figura 4: Peso promedio en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

Mollinedo (2006) evaluó diferentes fuentes orgánicas (estiércol de cuy, estiércol ovino, compost cuy, compost ovino) con fertilización nitrogenada y reportó pesos menores del repollo de lechuga (562.05 y 570.43 g) bajo condiciones de su ensayo, a comparación del ensayo de Zaldivar (2005) quien reportó un peso promedio de 0.72 Kg. De igual manera, Pomboza-Tamaquiza *et al.* (2016) utilizó como fuente orgánica el biol y obtuvo pesos promedios entre 0.79 Kg y 1.14 Kg. Jefferson (1985) realizó un ensayo de densidad y encontró que el peso promedio se veía afectado por la densidad de la siembra, a mayor densidad menor peso promedio de la lechuga.

b) Diámetro promedio

En la tabla N°10 se muestran los resultados para la variable diámetro del repollo de la lechuga. El análisis de variancia (Anexo 3) muestra que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Si hubo diferencias significativas entre las medias según la prueba de Duncan 5%. Se observa que hubo diferencias significativas entre 2.2 tn carbonatita, con respecto a 1.8 tn carbonatita, compost. El mayor diámetro se obtuvo con 1.8 tn carbonatita con 12.76 cm mientras que el menor diámetro se encontró con 2.2 tn carbonatita 11.54cm. (figura N°5) Cabe mencionar que el promedio del diámetro fue de 12.25 cm con un coeficiente de variabilidad de 6.33 %.

Mollinedo (2006) reporto en su ensayo diámetros mayores (26 y 26.5 cm) del repollo de lechuga, con respecto a los obtenidos en el presente ensayo. Además, Gonzales (2013) investigo fuentes orgánicas (sphagnum, guano de islas, compost, estiércol de ovino) y obtuvo diámetros del repollo de la lechuga de 15,69 cm a 17.24 cm ,logrando resultados ligeramente mayores. Por el contrario, Zaldivar (2005) indica que con distintas fuentes nitrogenadas (Compost, Biol, Humiterra, Ajinofer, Guano de islas) obtuvo diámetros de 13.22 cm en promedio y se asemeja lo obtenido al presente ensayo. Según Ramírez (1997) la aplicación de fuentes de fósforos, presentaron valores mayores de diámetro de la lechuga con respecto a este ensayo (26.65cm y 16.47 cm).

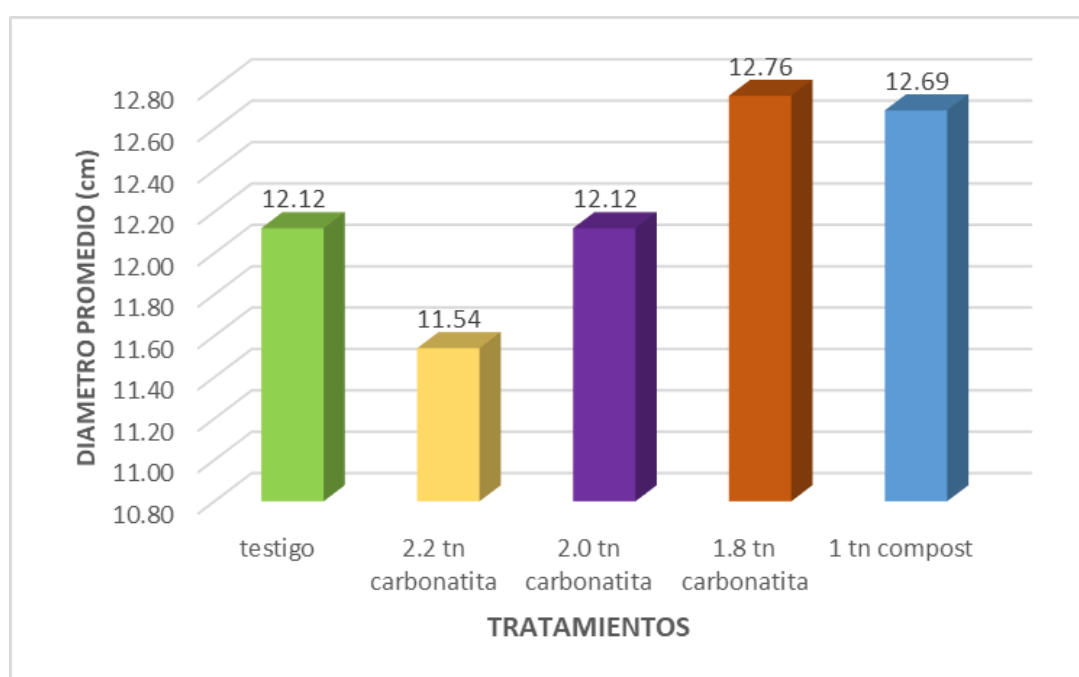


Figura 5: Diámetro promedio en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

c) Altura promedio

En la tabla N°10 se muestran los resultados para la variable diámetro de la lechuga. En esta variable tampoco hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Los resultados obtenidos en el presente ensayo indica que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de Duncan. Se presentan diferencias significativas entre 1.8 tn carbonatita con respecto a 2.2 tn carbonatita. Se obtuvo un valor máximo de altura promedio de 13.88 cm para 1.8 tn carbonatita, presentándose un incremento del 10.02 % con respecto al menor de 12.47 cm para 2.2 tn carbonatita. El promedio de altura de la cabeza fue de 13.23 cm (Figura N°6).

Mollinedo (2006) reporto mayores valores de altura (21.6 y 21.3cm). De igual manera, Florindez (2007) indico que los cultivares Outredgeous, Rosalita y Freckles presentaron mayores valores de altura (30.4,26.4 ,24.2 cm), bajo las condiciones de la Molina y hubo diferencias significativas entre los cultivares de lechuga. Sin embargo, Zaldivar (2005) no coincidió con los datos de los autores citados anteriormente y en su ensayo de fuentes nitrogenadas (Humiterra, ajinofer, compost, guano de islas, biol) aplicadas en el cultivo, se obtuvieron valores semejantes al del presente trabajo de esta investigación con una altura promedio 12cm.

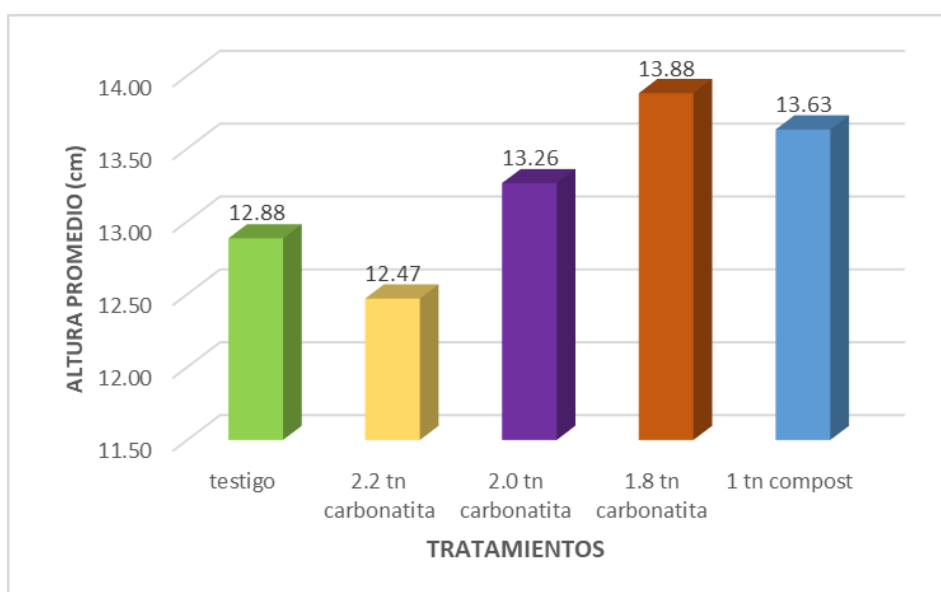


Figura 6 : Altura promedio en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

4.3 Porcentaje de materia seca

Los valores para los diferentes tratamientos variaron entre 2.52% y 3.18% de materia seca (Tabla N°11, Figura N° 7). Según el Anva existen diferencias significativas estadísticas (anexo 03) y respecto a la prueba de medias de Duncan al 5% se encontró diferencias significativas entre el testigo (2.52%) y 1.8 tn carbonatita (3.18 %). El mayor porcentaje de materia seca se obtuvo con 1.8 tn carbonatita (3.18%) y el menor se obtuvo con el testigo (2.52%).

Tabla 11: Porcentaje de materia seca en lechuga (*Lactuca sativa*)

TRATAMIENTO	MATERIA SECA %
TESTIGO	2.52 c *
2.2 TN CARBONATITA	2.74 bc
2.0 TN CARBONATITA	3.13 ab
1.8 TN CARBONATITA	3.18 a
1 TN COMPOST	3.04 ab
ANVA	*
PROMEDIO	2.92
CV%	12.02

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

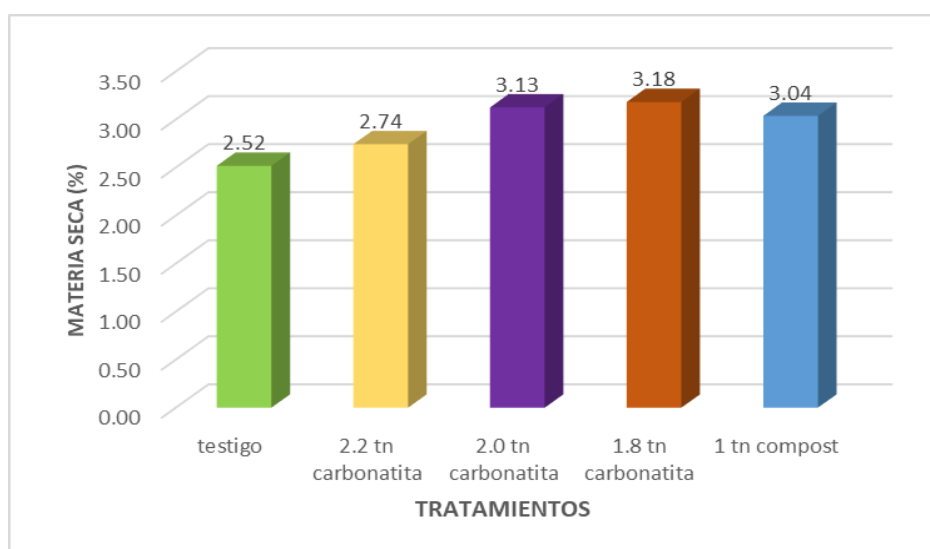


Figura 7: Porcentaje de materia seca en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).

También se presenta una tendencia de la materia seca (%) al disminuir conforme se incrementa las dosis de carbonatita. Ramírez (1997) reportó que en condiciones semihidroponicas para el cultivar White Boston y Great Lakes 659, la absorción de fosforo está relacionada con la acumulación de materia seca, por lo tanto, se puede decir que, a mayor porcentaje de materia seca, mayor porcentaje de fosforo en la planta.

Duran (2000) cita a Aguirre (1963) y menciona que el compost fue la materia orgánica con la que se obtuvo el menor efecto residual en base a la producción de materia seca total con una producción de 5.37 gramos, esto se puede deber a su lenta mineralización, ya que los insumos utilizados en la preparación contienen un alto contenido de lignina y polifenoles siendo más difícil su descomposición.

Espinal (2001) afirma que el fertilizante compuesto orgánico guano de isla standard, se aplicó en un suelo franco arenoso y la producción del peso seco de la lechuga fue de 6.4g/maceta, obteniendo el rendimiento uno de los más bajos y según (FAO,2018) los suelos arenosos secan rápidamente y el proceso de descomposición es más lento; en cambio, los suelos ferralíticos en la mayoría no son muy fértiles, pero favorecen la rápida descomposición y la formación de materia orgánica estable.

Álvarez (2013) indica que la fuente de estiércol de pollo, obtuvo mejores resultados en la producción de materia seca, después de la gallinaza, por lo que se concluye que el uso de las fuentes orgánicas (aves), generan una mayor producción de materia seca a comparación de las fuentes de estiércol de cerdo, estiércol de pavo, compost de estiércol de pollo, compost mortandad de pollo, compost La Molina, estiércol de pollo y vermicompost. Zaldívar (2005) reporta un porcentaje de materia seca promedio de 7.03 %. Sin embargo, en el presente ensayo el porcentaje de materia seca no supera 3.18 %.

4.4 CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES

4.4.1 CONCENTRACIÓN DE NITROGENO

En la tabla N°12 se muestra los porcentajes de los contenidos de nitrógeno de la materia seca de la lechuga, en donde se observa que el análisis de variancia muestra que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados (Anexo 3). Los resultados obtenidos en el ensayo indica que no existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de Duncan al 5%. Se obtuvo un valor máximo en el tratamiento 2.0 tn carbonatita (2.83 %)

y el menor valor se obtuvo con el testigo (1.99 %). El promedio de concentración de nitrógeno fue 2.33%.

Los resultados de la tabla N°12 presentan baja concentraciones con respecto a lo que reporta Bugbee (1999) que el porcentaje promedio de nitrógeno debe estar alrededor del 4%. Por otro lado, se coincide con A & L Agricultural Laboratories (1990), que muestra la concentración en un rango de 3.5 a 6.0% de N. Zollner (2000) realizó un estudio en el cultivo de la lechuga con fertilización (N-P-K) y observó que a medida que aumentaban las dosis de nitrógeno, incrementaba el porcentaje de nitrógeno en los tejidos de la Lechuga y el mayor valor fue de 3.7 % y sin la aplicación de nitrógeno se vio un valor parecido de 1.56 en todos los tratamientos, bajo condiciones de su ensayo. Respecto a los valores citados por el autor anterior, demuestran que el ensayo de Ochoa (1968), obtuvo resultados semejantes con 3.25%. Olivares *et al* (2012) hizo un estudio sobre la aplicación de composta y lombricomposta en la lechuga obteniendo concentraciones entre 1.20 a 1.86%.

Tabla 12: Concentración de nitrógeno en hojas de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

TRATAMIENTO	NITROGENO (%)
TESTIGO	1.99 a *
2.2 TN CARBONATITA	2.24 a
2.0 TN CARBONATITA	2.83 a
1.8 TN CARBONATITA	2.11 a
1 TN COMPOST	2.47 a
ANVA	Ns
PROMEDIO	2.33
CV %	24.24

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

4.4.2 CONCENTRACION DE FOSFORO

Según los resultados en la tabla N°13 no existe diferencias significativas (Anexo 3). Si hubo diferencias estadísticas entre las medias según la prueba de Duncan al 5%. Se presentan diferencias significativas entre el compost (0.25%) con respecto al testigo (0.35 %) y 2 tn carbonatita (0.33%). El mayor valor de concentración se observó en el testigo (0.35%) y el menor valor se obtuvo con el compost (0.25%). El promedio de concentración en fósforo fue de 0.31%.

Se muestra en la tabla N°13, los datos obtenidos de la concentración de fosforo que fueron menores a los que reporta Ochoa (1968) que obtuvo concentraciones de fosforo en promedio de 0.45%, además Bugbee (1999) coincide con lo reportado con el autor anterior en que la concentración de este mineral es de 0.5%. Sin embargo, Olivares *et al* (2012) realizó una investigación en lechuga sobre la aplicación de composta y lombricomposta obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno y hizo una evaluación de la concentración de fosforo que estuvo entre el rango de 0.19 a 0.26%. Los valores fueron similares al presente ensayo.

Tabla 13 Concentración de fosforo foliar en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

TRATAMIENTO	FOSFORO (%)
TESTIGO	0.35 a*
2.2 TN CARBONATITA	0.32 ab
2.0 TN CARBONATITA	0.33 a
1.8 TN CARBONATITA	0.28 ab
1 TN COMPOST	0.25 b
ANVA	NS
PROMEDIO	0.31
CV %	20.16

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

4.4.3 CONCENTRACION DE POTASIO

En la tabla N°14 se muestra los porcentajes de los contenidos del potasio en la materia seca de la lechuga, no encontró diferencias estadísticas en el ensayo evaluado (anexo 3) y realizando la prueba de Duncan al 5% tampoco se registró diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos. El mayor valor se obtuvo en el testigo (4.09%) y el menor valor se obtuvo con el compost (3.29%). El promedio de concentración de potasio fue 3.37%.

Las concentraciones de potasio nos muestran que, al aumentar las dosis de carbonatita, disminuye la concentración de potasio. Olivares *et al* (2012) reporta una concentración de potasio entre 1.40 y 2.53%, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L). Bugbee (1999) indica que los valores del análisis foliar debe ser en promedio 4%. A & L Agricultural Laboratories (1990) menciona que la concentración de K varía entre 3.5 a 8.0 %.

Tabla 14 Concentración de potasio foliar en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

TRATAMIENTO	POTASIO %
TESTIGO	4.09 a*
2.2 TN CARBONATITA	3.86 a
2.0 TN CARBONATITA	3.83 a
1.8 TN CARBONATITA	3.58 a
1 TN COMPOST	3.29 a
ANVA	NS
PROMEDIO	3.37
CV %	34.68

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

4.4.4 CONCENTRACIÓN DE CALCIO

Los valores variaron entre 0.19% (testigo) y 0.22 % (2tn/ha carbonatita). No hubo diferencias significativas entre tratamientos (anexo 3). Tampoco hubo diferencias entre medias según la prueba de Duncan al 5%. (tabla N° 15).

La concentración de calcio foliar según lo mostrado en la tabla N°15 presenta valores menores, con referente a lo que reporta Bugbee (1999) que muestra los resultados de la concentración de calcio en promedio de 2%. Ochoa (1968) encontró una concentración de calcio promedio de 2.03 %, valor alto en relación obtenido en el presente ensayo. Según A & L Agricultural Laboratories (1990) indica que la concentración de Ca debe ser de 1.25 a 2.5%. Esto nos indica que los tratamientos del ensayo no afectaron las concentraciones de este mineral.

Tabla 15 Concentración de calcio foliar en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

TRATAMIENTO	CALCIO %
TESTIGO	0.19 a*
2.2 TN CARBONATITA	0.21 a
2.0 TN CARBONATITA	0.22 a
1.8 TN CARBONATITA	0.21 a
1 TN COMPOST	0.20 a
ANVA	NS
PROMEDIO	0.21
CV %	12.20

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

4.5 EXTRACCIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES

La extracción fue calculada con el rendimiento peso fresco, porcentaje de materia seca y las concentraciones de los nutrientes evaluados en el ensayo.

4.5.1 Extracción de nitrógeno

Las extracciones de nitrógeno calculada para el presente ensayo variaron entre 27.35 y 53.52 Kg/ha (Tabla N°16). Existieron diferencias significativas entre tratamientos (anexo 3). Según la prueba de Duncan al 5% existieron diferencias. La mayor extracción se observó en el tratamiento con 2 tn/ha de carbonatita, superior estadísticamente a lo extraído por los tratamientos testigo y 2.2 tn/ha de carbonatita (Figura N°8).

La mayor extracción de nitrógeno se obtuvo por el mayor rendimiento total (Tabla N°9) del tratamiento de 2tn de carbonatita, ya que no se observó diferencias significativas en la concentración de nitrógeno entre los diferentes tratamientos (Tabla N°12).

Mollinedo (2006) encontró en sus tratamientos con estiércol de cuy y compost una extracción de nitrógeno de 157 mg/planta y 141 mg/planta de nitrógeno, respectivamente. Zollner (2000) reportó que al incrementar la dosis de nitrógeno aumentaba también la extracción de nitrógeno, obteniendo el mayor valor de 1.19 gr/4Kg de sustrato y el menor valor fue de 0.10 gr/4Kg.

Tabla 16: Extracción de nitrógeno en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

TRATAMIENTO	NITROGENO(Kg/ha)
TESTIGO	27.35 b *
2.2 TN CARBONATITA	36.06 b
2.0 TN CARBONATITA	53.52 a
1.8 TN CARBONATITA	37.84 ab
1TN COMPOST	42.60 ab
ANVA	*
PROMEDIO	39.47
CV%	31.52

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

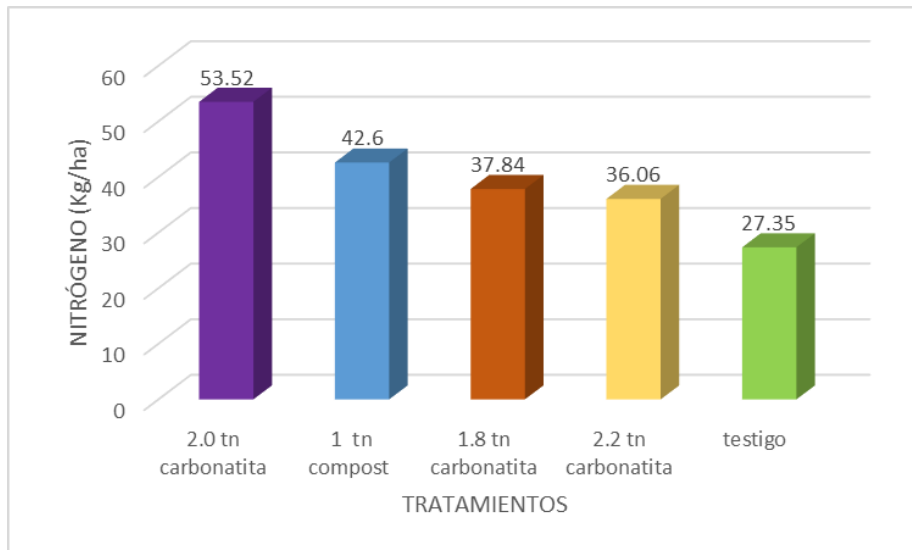


Figura 8: Extracción de nitrógeno en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).

4.5.2 Extracción de fósforo

En la tabla N°17 se muestra la extracción de fósforo foliar, según el Anva hubo diferencias estadísticas significativas (Anexo 3), también hubo diferencias estadísticas según la prueba de Duncan al 5%. El tratamiento 2tn de carbonatita obtuvo la mayor extracción de fosforo (6.85 Kg/ha) y el tratamiento compost obtuvo el menor valor (4.55Kg/ha) (Figura N°9). Como el caso de la extracción del N aquí se observa lo mismo, que la mayor extracción se da por un mayor rendimiento.

Tabla 17: Extracción de fosforo en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

TRATAMIENTO	FOSFORO (Kg/ha)
TESTIGO	5.56 ab*
2.2 TN CARBONATITA	5.13 b
2.0 TN CARBONATITA	6.85 a
1.8 TN CARBONATITA	4.82 b
1 TN COMPOST	4.55 b
ANVA	*
PROMEDIO	5.38
CV %	22.37

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

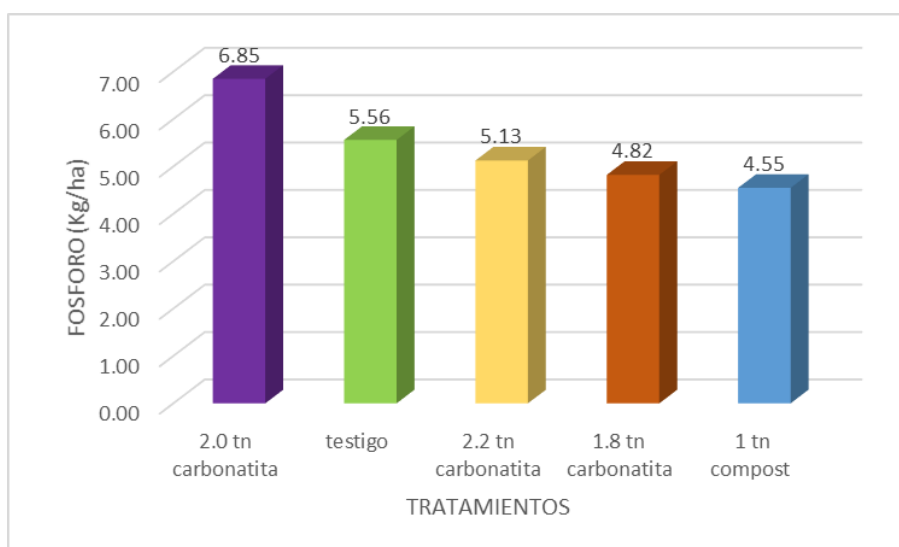


Figura 9: Extracción de nitrógeno en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).

4.5.3 Extracción de potasio

Según se muestra en la tabla N°18 existe diferencias estadísticas entre los tratamientos (Anexo 3). Los resultados obtenidos en el ensayo muestran que también existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de Duncan al 5% (Figura N°10). El valor máximo fue 2.0 tn carbonatita (63.61 Kg/ha) y el menor valor se obtuvo con el testigo (37.02 Kg/ha). El promedio de extracción de potasio fue 54.6 Kg/ha.

Se puede observar en la tabla N°14 que no se encontró diferencias significativas para sus concentraciones de potasio, por lo tanto, el rendimiento total (Tabla N°9) del tratamiento de 2tn de carbonatita obtuvo el mayor rendimiento, por esta razón, se muestra una extracción de potasio con el valor más alto de 63.61 Kg/ha.

Tabla 18: Extracción de potasio en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

TRATAMIENTO	POTASIO (Kg/ha)
TESTIGO	37.02 b *
2.2 TN CARBONATITA	52.0 ab
2.0 TN CARBONATITA	63.61 a
1.8 TN CARBONATITA	63.44 a
1 TN COMPOST	56.69 a
ANVA	*
PROMEDIO	54.6
CV%	25.48

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

4.5.4 Extracción de Calcio

El análisis de variancia (Anexo 3) muestra que existen diferencias estadísticas. Los resultados que se obtuvo en la investigación indica que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de Duncan al 5% según la tabla N°19. Las diferencias significativas se encuentran entre 2 tn carbonatita (4.13 Kg/ha) con respecto a testigo (2.721 Kg/ha), 1.8 tn carbonatita (3.38 Kg/ha), 2.2 tn carbonatita (3.36 Kg/ha).

La concentración de calcio no presento diferencias significativas entre los tratamientos de la tabla N°15, sin embargo, para presentar el mayor valor de la extracción de calcio, se pudo deber al rendimiento total obtenidos en 2tn de carbonatita que fue superior (tabla N°9).

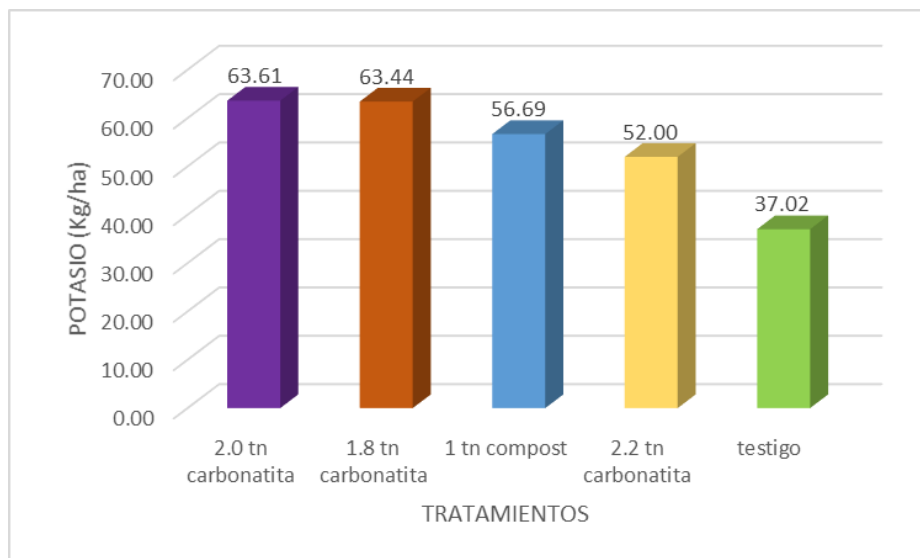


Figura 10: Extracción de nitrógeno en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina ,2018).

Tabla 19: Extracción de calcio en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018)

TRATAMIENTO	CALCIO (Kg/ha)
TESTIGO	2.72 b*
2.2 TN CARBONATITA	3.36 b
2.0 TN CARBONATITA	4.13 a
1.8 TN CARBONATITA	3.38 b
1 TN COMPOST	3.43 ab
ANVA	*
PROMEDIO	3.41
CV %	18.86

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

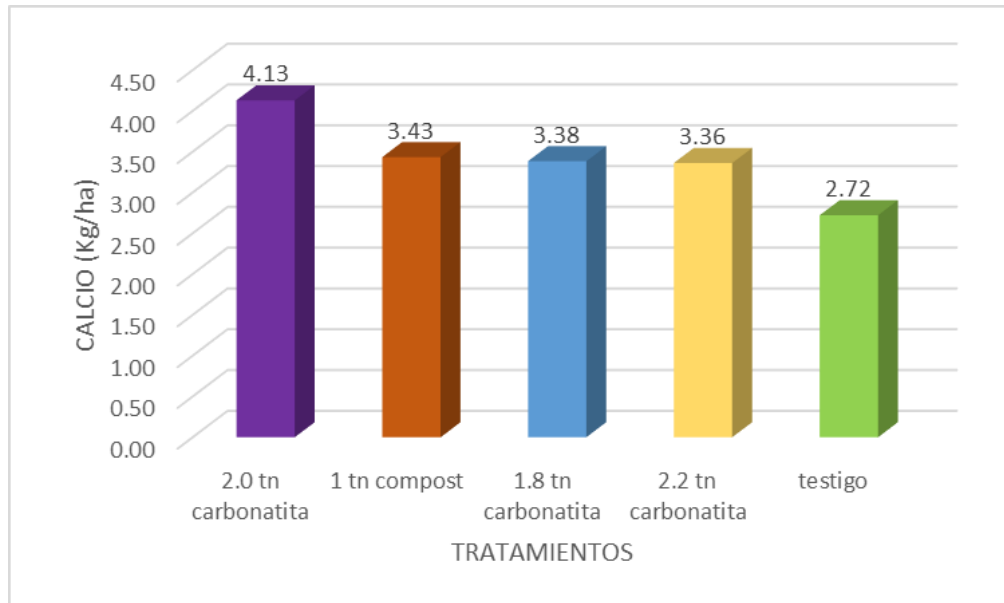


Figura 11: Extracción de calcio en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. (La Molina 2018).

4.6 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El resultado de la conductividad eléctrica del suelo fue obtenido luego de la cosecha muestreando cada unidad experimental. Según el Anva (Anexo 3) se aprecia que existen diferencias significativas. La prueba de medias de Duncan al 5% indicó que hubo diferencias significativas entre el compost con respecto a los otros tratamientos. Se menciona que el menor valor de la conductividad eléctrica es 1.8 tn carbonatita (0.47 dS/m) y el mayor valor es para el compost (0.66 dS/m). El promedio de conductividad eléctrica fue de 0.52 dS/m.

Según los resultados mostrados en la tabla N°20, el compost presentó el mayor valor a diferencia de los demás tratamientos, al igual que en el análisis de las fuentes orgánicas (tabla N°6), por esta razón el resultado del tratamiento de compost fue superior, debido a la mayor concentración de sales que presenta el compost. Miyashiro (2014) encontró valores promedios de conductividad eléctrica tanto al inicio como al final de la etapa de maduración, en un rango comprendido entre los 5.1 a 5.8 dS/m.

Mollinedo (2006) reportó que no hay diferencias estadísticas significativas para la conductividad eléctrica. Los tratamientos obtuvieron valores entre 2.6 dS/m para el compost de ovino sin nitrógeno y 1.2 dS/m para el estiércol de cuy con la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno.

Huatuco (1997) cita a Gross (1992) menciona que la materia orgánica incorporada es pobre en celulosa (tejidos jóvenes, cultivos enterrados) y buena en nitrógeno, las bacterias podrán descomponer rápidamente, porque encontraran el nitrógeno que necesitan, logrando liberar el nitrógeno que sobra a su requerimiento al suelo. Zlloner (2000) al aumentar fertilizantes químicos al cultivo hizo que incrementaran de 0.56 dS/m a valores entre rango de 1.76-6.66 dS/m.

Tabla 20: Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina ,2018.

TRATAMIENTO	C.E
TESTIGO	0.48 b*
2.2 TN CARBONATITA	0.48 b
2.0 TN CARBONATITA	0.49 b
1.8 TN CARBONATITA	0.47 b
1 TN COMPOST	0.66 a
ANVA	*
PROMEDIO	0.52
CV %	16.24

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$

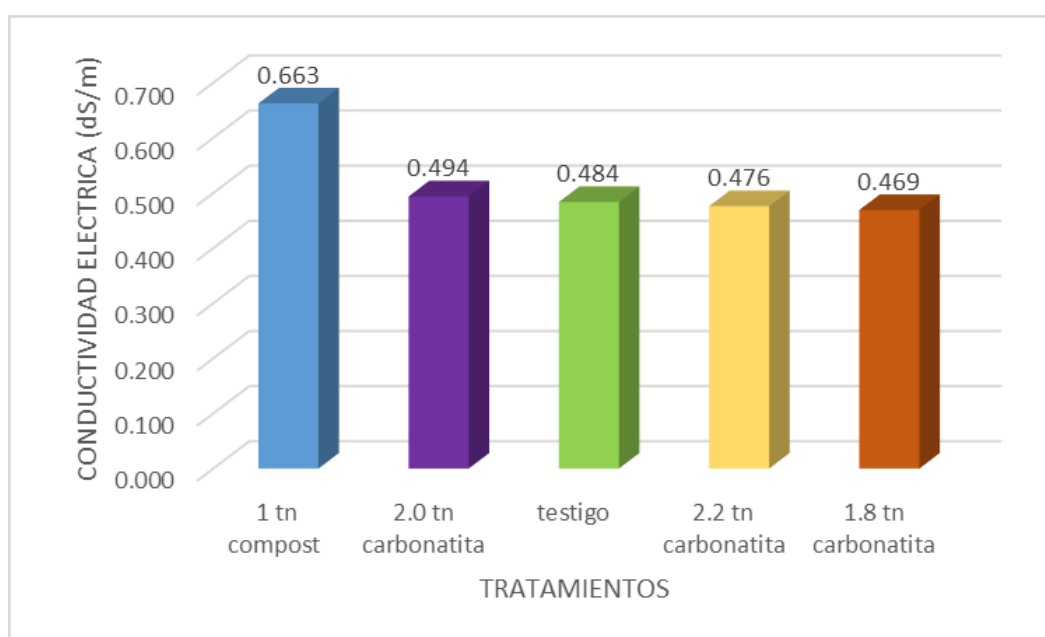


Figura 12: Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado el presente ensayo se puede concluir lo siguiente:

1. La carbonatita no influyo de forma significativa en el rendimiento total y comercial. El tratamiento de 2 tn/ha carbonatita mostro el mayor valor con 60.01 y 55.51tn/ha.
2. Las características evaluadas de calidad, el peso promedio, el diámetro, la altura del repollo de la lechuga se incrementaron a medida que la dosis de la carbonatita disminuye. Con el tratamiento 1.8 tn/ha se obtuvieron los mayores valores en estas características (0.89 Kg, 12.76 cm, 13.88 cm) respectivamente.
3. El porcentaje de materia seca disminuye conforme aumenta la dosis de carbonatita. El mayor valor se obtuvo con el tratamiento 1.8tn/ha carbonatita (3.18 %).
4. Las concentraciones de N, K y Ca no mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados.
5. Las extracciones de N, P, K y Ca fueron mayores en el tratamiento que presentó 2 tn/ha extrayendo 53.52 Kg/ha, 6.85Kg/ha, 63.61 Kg/ha, 4.13 Kg/ha .

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar el ensayo en otras zonas, en distintas épocas de siembra y a lo largo del año.
2. Evaluar los nuevos cultivares de lechuga que se vienen introduciendo en el mercado, para probar su efecto en el rendimiento y calidad, con el uso de distintas dosis de carbonatita.
3. Se recomienda realizar un ensayo similar, pero en otras hortalizas.
4. Realizar ensayos similares en suelos ácidos o con otras características.

VII. BIBLIOGRAFIA

- A & L AGRICULTURAL LABORATORIES (1990) Agronomy handbook. Soil and plant analysis. Memphis, Usa. 114 p.
- AGROBOREAL (2018).<http://agroboreal.com.pe/>
- AGUIRRE, V. (2016) Exploración de fuentes orgánicas y minerales no convencionales como alternativas para la fertilización de cultivos. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae en agricultura sustentable. UNALM. Lima, Perú. 117 p.
- ALVAREZ, K. (2013) Evaluación del efecto como fertilizante de algunas fuentes de materia orgánica bajo condiciones de invernadero. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo UNALM. Lima, Perú.
- ARAIZA, J., SÁNCHEZ., A. (1995) Horticultura doméstica. Editorial-Trillas. México-D.F
- BASTIDA, F. (2005) Geología una visión moderna de las ciencias de la tierra. Ediciones Trea-Ciencias. Asturias-España.
- BERRÍOS, J. (2015) Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo UNALM.Lima. 83 pp
- BLANCARD, D., LOT, H., MAISONNEUVE, B.(2005) Enfermedades de las lechugas: identificar, conocer, controlar. Ediciones Mundi-Prensa.
- BUGBEE, B. (1999) Laboratorio de Fisiología de Cultivos. Universidad Estatal de Utah, EEUU.(GROMAG Vol, No 6, 1999)
- CASSERES, E. (1996) Producción de hortalizas. Editorial IICA. Lima-Perú.

- CHUQUIRUNA A., S. M. (1980) Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Revolución. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú. 131pp.

- CERDAS, M.; MONTERO, M. (2004). Guías técnicas del manejo Poscosecha de Apio y Lechuga para el Mercado Fresco. Ministerio de Agricultura y Ganadería Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 72p .

- COLLAZOS, C.(1993) La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Ministerio de Salud- Inst.Nacional de nutrición. Fondo Editorial del banco Central de Reserva del Perú. Lima,Perú. 63p.

- CORONADO, M. (1997) Efecto comparativo de tres enmiendas orgánicas; estiércol, compost y humus de lombriz en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad Yanamucllo en Lima-Perú. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima,Perú.

- CASTAGNINO, A. (2009) Manual de cultivos hortícolas innovadores. 1ra Ed. Buenos aires.

- CUTI, R.(2013). Efecto de diferentes abonos organicos enriquecidos sobre *coffea arabica* L. var. caturra amarilla en la localidad de quimotari (satipo). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM.Lima,Perú.

- CUY, F. (1958). “Estudio preliminar de fórmulas orgánicas en la fertilidad física y química de un suelo arenoso y con el rendimiento de un cultivo de vainita. Pachacamac”. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo UNALM.Lima,Perú.

- DAVELOUIS, J. (1973) efecto del fosforo y de la finura de la roca fosfotada de sechura, del encalado y del tiempo de incubación sobre el rendimiento y la absorción de fosforo por el sorgo. Tesis para optar el título de Mag. Scientiae, UNA- La Molina. Lima, Perú.

- DEFUNDE, G.(1991) Fundamentos y prácticas de agricultura sustentable. Instituto biodinámica de desarrollo Rural, Botocatu, Brasil.

- DE VRIES, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. Genet. Resour. Crop Evol. Vol. 44 (Nº 2). Pp. 165-174. Instituto Nacional de Estadísticas (2010). Información Hortícola. Publicación Especial, 2008-2009.
- DING, Y., HE, SL., TEIXEIRA DA SILVA, JA., Li. G., M,TANAKA.(2010) Efectos de una nueva fuente de luz (lámparas fluorescentes de cátodo frío) en el crecimiento de la peonía del árbol en plántulas in vitro. Scientia Horticulturae125: 167–169.
- DURAN, S. (2000) Evaluación de la eficiencia de diferentes fuentes de materia orgánica y su efecto residual en un suelo arenoso utilizando como cultivos indicadores al maíz (*Zea mays*) y lechuga (*Lactuca sativa*) respectivamente. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo UNALM.Lima,Perú. 75p.
- ESCRIVÁ., M. (2010) Huerta orgánica en macetas, Buenos aires. 110p.
- ESPINAL, N. (2001) evaluación de la eficiencia de fertilizantes compuestos organicos e inorgánicos en dos tipos de suelo utilizando como cultivo indicador la lechuga. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo UNALM. 75pp
- FAO (2018) The Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/>
- FAOSTAT (2018). Statistics division of the food and agriculture organization of the united nations. <http://www.fao.org/faostat>.
- FLORINDEZ, J. (2007) evaluación de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para producción de Lechuga miniatura y madura bajo cultivo orgánico. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo.UNALM. Lima, Perú.
- GARCÍA, M. (2013). El Cultivo de la Lechuga. Cultivos Herbáceos Intensivos. Universidad de Valladolid. España, UVA. E.T.S.I.LA.A. de Palencia. 32p.
- GIACONI, V. Y ESCAFF, M. (2001). Cultivo de Hortalizas (15ª ed.) Santiago, Chile: Editorial Universitaria. 337p
- GIACONI, V. (1989) Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 304 p.

- GIL, F. (1995) Nutrición mineral en elementos de fisiología vegetal, 1ra Ed. Pag 249-283. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, Barcelona, México.
- GOITES, E. (2008). Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar. Buenos Aires: Inst. Nacional de tecnología Agropecuaria- INTA. Huerta Orgánica. Ed. Lit II. 634. 136 p.
- GONZALES, R. (2013) Influencia de musgo descompuesto *sphagnum* y tres abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* l.) en condiciones de Acobamba. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo. Unh. 78p.
- HUATUCO, C. (1997) Estudio de la velocidad de descomposición de diferentes fuentes de materia orgánica. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae.Unalm.69 pp.
- INFOAGRO (2018). El cultivo de la lechuga. <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- JEFFERSON, G. (1985) efectos de densidad de siembra en el rendimiento y calidad de la lechuga tipo americana Cv. Great Lakes 118. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima.86 pp.
- LA ROSA, O. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima.57p
- LAYTEN, C.,2015. Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima.76p.
- MAROTO, J. (1998) Historia de la agronomía. Ed Mundi-Prensa S.A. Madrid.
- MAROTO, J., MIGUEL A., BAUXAULI, C. (2000). La lechuga y La escarola. Ed. Mundi-Prensa.
- MAROTO, J., GÓMEZ, A. Y BAIXAULI, C. (1999). La Lechuga y la Escarola. España, Valencia, Mundi Prensa. 242 p.

- MIYASHIRO, I. (2014) CALIDAD DE SEIS FORMULACIONES DE COMPOST ENRIQUECIDO CON GUANO DE ISLAS. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. UNALM. Lima.164p

- MOLLINEDO, D. (2006) Efecto de la fertilización nitrogenada y de la materia orgánica en el cultivo de Lechuga cv. Dark Green Boston y las propiedades del suelo en nieveria, Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima.80 p.

- MICHAEL, R., SUBBARAO, K., RAID, R.,KURTZ, E., (2002) Plagas y enfermedades de la lechuga. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid-Barcelona- México.79 p.

- MURAYAMA, S. (1977) Horticultura. Instituto Campeineiro de Ensino Agrícola, Sap Paulo. P.77

- NAVARRO, S. Y NAVARRO, G. (2003) Química agrícola- el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida. Ediciones Mundo Prensa. Madrid, España. 483p.

- NICHOL, O. (2017) Niveles de salinidad del agua de riego en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa var.longifolia*) en suelo arenoso.74 pp

- OLARTE, W. (1987). Manual de riego por gravedad. Serie manuales técnicos N°1. Lima, Perú. 148 p.

- OCHOA, A. (1968) Determinación de la formación total de materia seca y de la extracción de los elementos mayores por los cultivos hortícolas: berenjena, caigua, cebolla, lechuga, maíz-Choclo y vainita. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Unalm.160 p

- OLIVARES-CAMPOS, MA, HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, A, VENCES-CONTRERAS, C, JÁQUEZ-BALDERRAMA, JL, & OJEDA-BARRIOS, D. (2012) Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y ciencia, 28(1), 27-37.

- PERALTA., K.(2002) Evaluación de diferentes fuentes orgánicas y mezclas de fuentes químicas y orgánicas en un suelo arenoso utilizando como cultivos indicadores la papa(*solanum tuberosum* l.) y el maíz (*Zea mays* L.) Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima,Perú.
- PÉREZ, D.(2014) EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE(*Solanum lycopersicum* L.) EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO BAJO MANEJO ORGÁNICO EN LA MOLINA. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 95p.
- PROMOSTA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola), 2005. Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales.
- POMBOZA-TAMAQUIZA P., O. LEÓN-GORDÓN, L. VILLACÍS-ALDAZ, K. VEGA, Y J. ALDÁZ-JARRÍN. (2016) “Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg”. *J. Selva Andina Biosph.* 4 n° 2: 84-92.
- RAMÍREZ, M. (1997) Efecto de diferentes fuentes de fosforo en el rendimiento y la calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones semihidroponicas. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo. Unalm.200p.
- RIJKZWAAN (2018) Consultado el 1 de octubre , disponible en <https://www.rijkszwaan.es/>
- RINCÓN, LF. (2008) La Fertirrigación de la Lechuga. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentación (IMIDA), Ediciones Mundi -Prensa. España.
- RODRÍGUEZ, R. TAVARES, R. Y MEDINA, J. (2001) Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.
- ROJAS, S. (2003) Factores determinantes del contenido de nitratos y nitritos en hojas de lechuga mantecosa. Tesis en Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. Buenos Aires.
- SAAVEDRA, G.(2017) Manual de producción de lechuga, INIA.Santiago, Chile. 150p.
- SALUNKHE, D., KADHAM, S. (2015) Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Ed. Acribia. España.

- SHIMIZU, T. SCOTT, G. (2014) Los supermercados y cambios en la cadena productiva para la papa en el Peru. Revista latinoamericana de la papa. Vol 18(1). 77-104.
- SIEA (Sistema integrado de estadísticas agrarias). 2017. Anuario estadísticos "Producción agrícola 2017". Lima- Perú.
- STUCCHI, Y. (1999) Evaluación de cultivares de lechugas (*Lactuca sativa* L.) en siembra de verano en el valle del Rio Chillón. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Unalm. Lima, Perú.
- USDA ,2018 consultado el 16 de octubre, Disponible en: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=LASA3> .
- UGAS, R., SIURA, S., DELGADO DE LA FLOR, F., CASAS A., TOLEDO, J. (2000) Hortalizas. Datos básicos. Editorial UNALM. Lima 58 p.
- VALDEZ, F. (2008) Efecto de fertirrigación en el comportamiento agronómico de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo ambiente atemperado en la localidad de Viacha. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.
- VALADEZ, A. (1994) Producción de Hortalizas. Ed.limusa Mexico D.f..
- VEGA, M. (2014) EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA Y ENCALADO DEL SUELO EN CEBADA (*Hordeum vulgare* l.) VARIEDAD UNA 96 CULTIVADO EN INVERNADERO. Tesis para optar el título de Ing.Agr. UNALM. Lima-Perú.
- YOUNG, C. (1997) Poliaminas en ácido húmico y su efecto sobre el crecimiento radical de las plántulas de lechuga. *Planta y suelo* 195 (1), 143-149.
- ZAGACETA, A. (1992) influencia de la época de siembra en el rendimiento de 10 cultivares de lechuga. Tesis para optar el título de Ing.Agr. UNALM. Lima. 43p
- ZALDIVAR, R. (2005) Efecto de diferentes fuentes nitrogenadas sobre el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la molina. Tesis para optar el título de Ing.Agr. UNALM. Lima.60p.

- ZAMORA, C. (1975) Estudio del efecto del guano de islas, Sulfato de amonio, salitre sódico y Un- Green, en el cultivo de la lechuga (Variedad Great Lakes). Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo Unalm.173 p.

-ZOLLNER, A. (2000) Evaluación de la eficiencia de distintas fuentes nitrogenadas en un suelo de irrigación para rotaciones de lechuga-acelga y maíz-espinaca como cultivos indicadores bajo condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de Ing Agrónomo. Unalm. 115p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Conductividad eléctrica del suelo en lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
	T° mín	T° máxima	T° prom	
Julio	14.34	18.22	15.66	85.43
Agosto	13.71	18.81	15.46	82.72
Septiembre	13.66	20.54	16.3	79.79

FUENTE: Senamhi (2018)

**Anexo 2: Cronograma de actividades en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) cv.
Patagonia empleando carbonatita. La Molina 2018.**

Fecha	DDT	labores	Observación
04/06/18	32	Preparación técnica	arado
25/06/2018	11	surcado	
02/07/2018	4	Marcado y trazado de parcelas	Cal, estacas, cordel
05/07/2018	1	Riego	
06/07/2018	0	Trasplante	Manual
13/07/2018	7	riego	
14,15/07/2018	9	Aplicación de carbonatita	Manual
16/07/2018	10	Aplicación sanitaria	Absolute 0.5 L /1000L
16/07/2018	10	deshierbo	Manual
19/07/2018	13	riego	
24/07/2018	18	deshierbo	Manual
01/08/2018	26	Aplicación sanitaria	Movento 0.5 L/1000L
02/08/2018	27	riego	
03/08/2018	28	deshierbo	Manual
07/08/2018	32	Aplicación fitosanitaria	Reto 1.8 EC 0.5L/1000L
14/08/2018	39	deshierbo	Manual
16/08/2018	41	Riego	
17/08/2018	42	Aplicación fitosanitaria	Reto 1.8 EC (0.5L/1000L) Forte 50 PM (0.5L/1000L)
23/08/2018	48	deshierbo	Manual
29/08/2018	54	Riego	
31/08/2018	56	deshierbo	Manual
06/09/2018	62	Primera cosecha	
11/09/2018	67	Riego	
12/09/2018	68	Segunda cosecha	
17/09/2018	73	riego	
21/09/2018	77	tercera cosecha	

Anexo 3: ANOVA de las diferentes variables evaluadas.

RENDIMIENTO TOTAL					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	423.43	141.14	1.81	0.2
TRATAMIENTO	4	53.81	13.45	0.17	0.948
Error	12	937.37	78.11		
Total	19	1414.61			

RENDIMIENTO COMERCIAL					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	244.1	81.37	1.51	0.261
TRATAMIENTO	4	162.7	40.68	0.76	0.572
Error	12	644.5	53.71		
Total	19	1051.3			

PORCENTAJE COMERCIAL					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	86.99	28.996	4.04	0.034
TRATAMIENTO	4	288.14	72.036	10.03	0.001
Error	12	86.16	7.18		
Total	19	461.29			

RENDIMIENTO PRIMERA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	57.19	19.06	0.77	0.533
TRATAMIENTO	4	810.7	202.68	8.18	0.002
Error	12	297.28	24.77		
Total	19	1165.17			

PORCENTAJE PRIMERA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	23.14	7.712	0.21	0.884
TRATAMIENTO	4	878.5	219.624	6.12	0.006
Error	12	430.86	35.905		
Total	19	1332.49			

RENDIMIENTO SEGUNDA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	429.2	143.08	0.68	0.584
TRATAMIENTO	4	390.3	97.58	0.46	0.764
Error	12	2543.4	211.95		
Total	19	3363			

PORCENTAJE SEGUNDA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	770.1	256.7	0.77	0.532
TRATAMIENTO	4	719.6	179.9	0.54	0.709
Error	12	3991.2	332.6		
Total	19	5481			

RENDIMIENTO DE TERCERA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	474.6	158.2	0.79	0.52
TRATAMIENTO	4	23.3	5.825	0.03	0.998
Error	12	2389.9	199.158		
Total	19	2887.8			

PORCENTAJE TERCERA COSECHA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	585.1	195.02	0.64	0.603
TRATAMIENTO	4	106.5	26.63	0.09	0.985
Error	12	3650.3	304.19		
Total	19	4341.9			

RENDIMIENTO NO COMERCIAL					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	45.43	15.143	3.32	0.057
TRATAMIENTO	4	92.79	23.196	5.09	0.012
Error	12	54.69	4.558		
Total	19	192.91			

PORCENTAJE RENDIMIENTO NO COMERCIAL					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	86.99	28.996	4.04	0.034
TRATAMIENTO	4	288.14	72.036	10.03	0.001
Error	12	86.16	7.18		
Total	19	461.29			

PORCENTAJE MATERIA SECA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.2734	0.09114	1.38	0.297
TRATAMIENTO	4	1.2748	0.31871	4.82	0.015
Error	12	0.7942	0.06619		
Total	19	2.3425			

PESO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.00054	0.00018	0.05	0.984
TRATAMIENTO	4	0.05615	0.014038	4.07	0.026
Error	12	0.04141	0.003451		
Total	19	0.0981			

ALTURA					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	6.393	2.131	3.19	0.063
TRATAMIENTO	4	5.137	1.2841	1.93	0.171
Error	12	8.005	0.667		
Total	19	19.534			

DIAMETRO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	2.198	0.7326	1.69	0.223
TRATAMIENTO	4	4.007	1.0018	2.31	0.118
Error	12	5.214	0.4345		
Total	19	11.419			

CONCENTRACIÓN DE NITROGENO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.2429	0.08097	0.24	0.866
TRATAMIENTO	4	1.7843	0.44607	1.33	0.314
Error	12	4.0199	0.33499		
Total	19	6.0471			

CONCENTRACIÓN DE FOSFORO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.01561	0.00521	2.06	0.16
TRATAMIENTO	4	0.02612	0.00653	2.58	0.091
Error	12	0.03036	0.00253		
Total	19	0.0721			

CONCENTRACIÓN DE POTASIO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor p	Valor F
BLOQUE	3	18.869	6.2895	6.6	0.007
TRATAMIENTO	4	1.466	0.3665	0.38	0.816
Error	12	11.441	0.9534		
Total	19	31.776			

CONCENTRACIÓN DE CALCIO					
ANOVA					
Fuente	GL	SCAjust.	MCAjust	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.00374	0.00125	2.11	0.153
TRATAMIENTO	4	0.00123	0.00031	0.52	0.723
Error	12	0.00709	0.00059		
Total	19	0.01206			

EXTRACCIÓN DE NITROGENO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	333.5	111.16	1.17	0.36
TRATAMIENTO	4	1473.1	368.27	3.89	0.03
Error	12	1135.3	94.61		
Total	19	2941.9			

EXTRACCIÓN DE FOSFORO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	4.45	1.4832	1.77	0.206
TRATAMIENTO	4	13.036	3.259	3.9	0.03
Error	12	10.032	0.836		
Total	19	27.518			

EXTRACCION DE POTASIO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	3.81	1.27	1.11	0.383
TRATAMIENTO	4	19.186	4.796	4.19	0.024
Error	12	13.727	1.144		
Total	19	36.723			

EXTRACCION DE CALCIO					
ANOVA					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	1.314	0.4381	2.07	0.158
TRATAMIENTO	4	3.981	0.9953	4.7	0.016
Error	12	2.542	0.2118		
Total	19	7.837			

C.E(ds/m)					
ANOVA					
Fuente	GL	SCAjust.	MC Ajust	Valor F	Valor p
BLOQUE	3	0.01113	0.003711	2.84	0.082
TRATAMIENTO	4	0.10712	0.02678	20.53	0
Error	12	0.01566	0.00131		
Total	19	0.13391			