



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DISTINTAS DOSIS DE UN BIOESTIMULANTE A BASE DE QUITOSANO SOBRE EL RENDIMIENTO Y COMPORTAMIENTO SANITARIO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

Modalidad: Trabajo de investigación

**Trabajo Final de Aplicación para optar por el título de Ingeniero
Agrónomo**

Tesista: Seresi Tomas

Consejera: Mg. Ing. Agr. Mariana Calvente

Consejero: Dr. Ing. Agr. Federico Russo

Tribunal evaluador:

Mg. Ing. Agr. María del Pilar Sobero y Rojo

Dra. Ing. Agr. Marina Mabel Yabar

Dr. Ing. Agr. Leonardo Martin García.

Fecha: 14 de noviembre 2025

Luján, Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

En el mundo, la tecnificación de la agricultura llevó a explotar los recursos naturales para poder incrementar la producción, generando efectos indeseados sobre el ambiente. La agroecología, en conjunto con la producción orgánica, se perfila como la opción más viable para producir alimentos, conservando la biodiversidad y la base de recursos naturales. Este trabajo de investigación pretende generar información que responda a esta necesidad de encontrar insumos naturales que potencien la producción agropecuaria, sin el uso de productos de síntesis química. En este contexto, el Raisán® 2.5, bioestimulante natural a base de quitosano, se presenta como una alternativa. Según la bibliografía, se comprobó que promueve el crecimiento y la resistencia, permitiendo a las plantas mitigar los efectos de plagas, enfermedades y estrés, incrementando su rendimiento. Su ingrediente activo es el quitosano, un derivado de la quitina. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis del bioestimulante “Raisán® 2.5” sobre el rendimiento y comportamiento sanitario del cultivo de lechuga en Luján, provincia de Buenos Aires. Para ello, se aplicaron dosis de 4, 6 y 8 l/ha del producto en plantas de *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Las aplicaciones fueron por inmersión en plantación y por pulverización durante el ciclo productivo. Se analizaron los datos mediante un análisis de varianza y test de Tukey con el programa Infostat®. Se evidenció un efecto positivo del quitosano sobre el rendimiento del cultivo, observándose incrementos significativos en todos los tratamientos en comparación con el testigo. Estos resultados sugieren que el quitosano podría constituir una alternativa potencial al uso de insumos de síntesis química para la mejora del rendimiento y la sanidad del cultivo. Asimismo, se registró una mejora en la respuesta sanitaria de las plantas tratadas con quitosano. No obstante, resulta necesario profundizar la investigación sobre el uso de bioinsumos en sistemas de producción hortícola.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo representa un cierre y, al mismo tiempo, un nuevo comienzo en mi camino profesional y personal. Marca el fin de una etapa llena de esfuerzo, dedicación y aprendizaje, y el inicio de nuevos desafíos. Durante este proceso hubo momentos de satisfacción y también de dificultad, pero en todos ellos encontré personas y espacios que me acompañaron, alentaron y ayudaron a llegar hasta aquí.

El desarrollo de esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo brindado por la universidad, que me permitió contar con el espacio necesario para llevar a cabo el trabajo en el campo, por los docentes que, con su compromiso y orientación, hicieron de este proceso una experiencia de aprendizaje invaluable, y a la empresa, RaiSán Argentina, por los suministros de productos y apoyo. Su acompañamiento constante, sus consejos y su disposición para aclarar cada duda fueron fundamentales para el avance y la concreción de este proyecto final.

A mi familia, por su paciencia, su amor y su fe incondicional. A pesar de las dificultades, siempre estuvieron presentes, apoyándome en cada paso y recordando la importancia de seguir adelante con perseverancia y entusiasmo.

A mis compañeros y amigos, por compartir tantas horas de trabajo, de estudio y también de risas, por estar en los buenos y malos momentos, y por ser una parte esencial de esta etapa.

y finalmente, a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a que este trabajo sea posible. A cada uno de ellos, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
AGRADECIMIENTOS	2
INTRODUCCIÓN	6
HORTICULTURA EN ARGENTINA	6
HORTICULTURA ORGÁNICA	9
PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA	10
BIOINSUMOS	11
QUITOSANO	12
PRODUCCIÓN DE LECHUGA	16
LECHUGA: Clasificación, taxonomía y características morfológicas	19
Parámetros de rendimiento y problemas sanitarios que lo afectan	21
OBJETIVOS	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
MATERIALES Y MÉTODOS	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE EL RENDIMIENTO DE PLANTAS DE LECHUGA: PESO FRESCO POR PLANTA	29
EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE PARAMETROS MORFOMETRICOS DE PLANTAS DE LECHUGA BAJO CULTIVO: ALTURA	31
EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE PARAMETROS MORFOMETRICOS DE PLANTAS DE LECHUGA BAJO CULTIVO: ANCHO DE HOJA	32
COMPORTAMIENTO SANITARIO: DESCARTE Y PLAGAS	33
EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE LA SANIDAD DEL CULTIVO: INCIDENCIA Y SEVERIDAD	35
CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40
APÉNDICES	46

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Superficie cultivada y producción estimadas de hortalizas en Argentina	6
Tabla 2. Efectos antifúngicos del quitosano.....	15
Tabla 3. Parámetros de fertilidad de la parcela productiva	28
Tabla 4. Análisis de la varianza peso fresco.....	29
Tabla 5. Análisis de la varianza de la altura de hoja.....	31
Tabla 6. Análisis de la varianza de ancho de hoja.....	33
Tabla 7. Análisis de la varianza del descarte.....	34
Tabla 8. Porcentaje promedio de incidencia y severidad por tratamiento.....	36
Tabla 9. Análisis de la varianza severidad.....	37
Tabla 10. Análisis de la varianza Incidencia.....	38
Tabla 11. Parámetros morfométricos de plantas de lechuga: valores promedio	47
Tabla 12. Peso fresco promedio por bloque.....	47
Tabla 13. Peso fresco de cada tratamiento	47
Tabla 14. Peso fresco promedio por planta de cada tratamiento.....	48
Tabla 15. Peso en fresco del descarte por tratamiento.....	48
Tabla 16. Peso del descarte de cada tratamiento.....	48
Tabla 17. Peso en fresco de hojas de descarte.....	49
Tabla 18. Altura promedio por tratamientos.....	49
Tabla 19. Altura promedio por bloques.....	50
Tabla 20. Promedio de altura por planta.....	50
Tabla 21. Ancho promedio de las hojas por tratamiento.....	50
Tabla 22. Ancho promedio por bloque.....	51
Tabla 23. Promedio de ancho por planta.....	51
Tabla 24. Incidencia	51

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Producción de hortalizas en Argentina	7
Figura 2. Ingresos de hortalizas al Mercado Central de Buenos Aires en los años 2014 y 2023 por provincia.....	8
Figura 3. Estructura de la quitina y el quitosano	13
Figura 4. Principales zonas productoras de lechuga	18
Figura 5. Simientes y sustrato utilizados en la producción de plantines. A, Semillas de lechuga var crimor; B, Perlita; C, Sustrato.	23
Figura 6. Labores culturales, plantación y cosecha. A, Preparación de los surcos y plantación de la lechuga; B, agregado de mulching orgánico entre el cultivo de lechuga; C, cosecha manual de <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> ; D, Registro de parámetros morfométricos; ancho de planta y largo de planta; E, Pesaje en fresco de las plantas cosechadas; F, Pesaje en fresco del descarte de una planta de lechuga.....	27
Figura 7. Peso fresco promedio por planta.....	30
Figura 8. Altura promedio de hojas por tratamiento.....	32
Figura 9. Ancho promedio de hojas por tratamiento	33
Figura 10. Peso en fresco de hojas de descarte.....	34
Figura 11. Porcentaje de descarte promedio por tratamiento.....	35
Figura 12. Planta de lechuga afectada por trips	35
Figura 13. Severidad promedio.....	38
Figura 14. Vegetación lateral en el bloque 3.....	46

INTRODUCCIÓN

HORTICULTURA EN ARGENTINA

En Argentina, la horticultura se caracteriza por su gran diversidad y distribución, ya que en todo el país existen producciones hortícolas, de diferentes dimensiones y con diferentes especies y formas de manejo (Castagnino *et al.*, 2020).

Si bien no existen estadísticas actualizadas oficiales para todas las hortalizas que se cultivan en Argentina, se estima que la producción hortícola nacional involucra unas 965.000 ha (Tabla 1) ampliamente distribuidas en todo el país, que generan cosechas superiores a los 9.000.000 tn (Tabla 1), valuadas en USD 10.000 millones (Kirschbaum *et al.*, 2024).

Tabla 1. Superficie cultivada y producción estimadas de hortalizas en Argentina (Kirschbaum *et al.*, 2024).

Hortaliza	Superficie (ha)	Producción (tn)
Poroto	542000	725000
Garbanzo	67000	66000
Papa	65000	2400000
Arveja	54000	60000
Lechuga	40000	800000
Zapallo	32000	800000
Cebolla	21400	642000
Ajo	16000	149000
Maíz dulce	15000	225000
Lentejas	14400	6250
Mandioca	14000	168000
Pimiento	13000	650000
Batata	12000	180000
Sandia	11600	255200
Tomate Fr	10000	670000
Zapallito	10000	250000
Zanahoria	9000	300000
Tomate Ind	7850	630000
Espárrago	2600	10400
Melón	2400	74400
Frutilla	2000	70000
Berenjena	2000	50000
Alcaucil	1750	24500
Otras	10000	100000
TOTAL	965000	9205750

Asimismo, la mega cadena de hortalizas ocupa aproximadamente 18 millones de jornales por año, lo que la ubica como una actividad de alto impacto socioeconómico. Papa, tomate, lechuga, zapallo, poroto, pimiento y cebolla son las principales en cuanto a producción (Fig. 1) (Kirschbaum *et al.*, 2024). Se trata de un sector caracterizado por su alto grado de intensificación, en comparación con el sector agropecuario en su totalidad, en cuanto a la utilización de los factores de producción tierra, trabajo, capital y tecnología; demanda 30 veces más mano de obra, 20 veces más uso de insumos y 15 veces más inversión en maquinaria y equipos por unidad de superficie comparado con las otras producciones agropecuarias (Castagnino *et al.*, 2020).

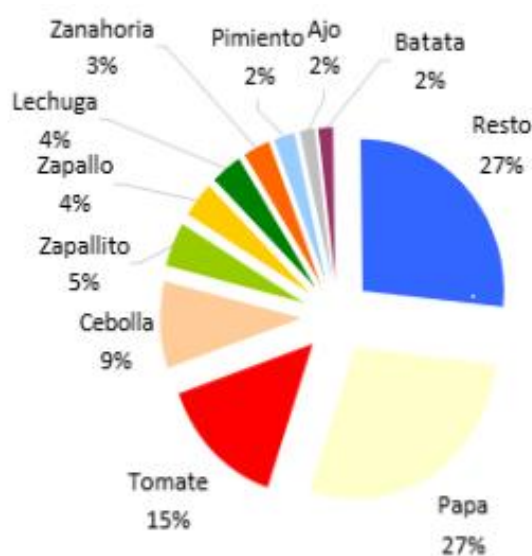


Figura 1. Producción de hortalizas en Argentina (t) (Fernández Lozano, 2012).

Debido a la extensión y a la diversidad de climas que tiene Argentina, gran parte de dichas producciones se concentran en las cercanías de las grandes ciudades, cinturones hortícolas o cinturones verdes, cuyo principal destino es el abastecimiento de esa población urbana (Fernández Lozano, 2012).

Los cinturones hortícolas fueron, a fines del siglo XIX, la primera manifestación de la horticultura en la Argentina. Los establecimientos hortícolas en estas zonas se caracterizan por el cultivo de una gran variedad de especies hortícolas diferentes, la mayoría de los casos muy percederas, como hortalizas de hoja, de inflorescencias y de fruto. En general, se trata de explotaciones pequeñas

o medianas, de entre 1 a 40 hectáreas. La principal ventaja competitiva de los cinturones es la cercanía al mercado consumidor, ya que prácticamente se encuentran al lado de este. Esto le permite producir muchas especies, aunque agroclimáticamente no sean las zonas óptimas para algunas de ellas, y no tener pérdidas en el traslado y almacenamiento, gracias al avance de las distintas tecnologías. Por el tipo y variabilidad de especies cultivadas, en la planificación de los cultivos se tiene en cuenta un escalonamiento en la siembra y cosecha con la finalidad de realizar un abastecimiento continuo al mercado, pudiendo estirar el tiempo del cultivo en el mercado (Fernández Lozano, 2012).

Tomando como referencia datos del Mercado Central de Buenos Aires, se puede observar la dinámica de la participación de cada provincia en el ingreso de hortalizas a dicho mercado entre 2014 y 2023 (Fig. 2). Se destaca la provincia de Buenos Aires que aporta más del 50%, con tendencia decreciente (Kirschbaum *et al.*, 2024).

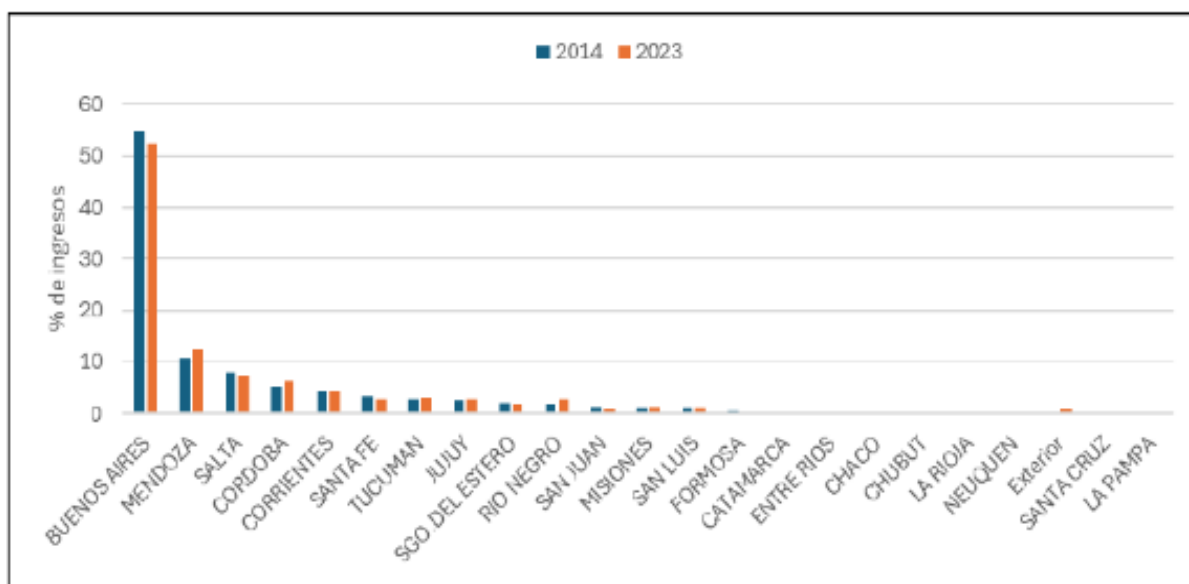


Figura 2. Ingresos de hortalizas al Mercado Central de Buenos Aires en los años 2014 y 2023 por provincia (Kirschbaum *et al.*, 2024).

La horticultura convencional en Argentina se ha caracterizado por un uso intensivo de agroquímicos para maximizar rendimientos frente a presiones de plagas, enfermedades y malezas, lo cual ha generado crecientes preocupaciones sobre sus efectos ambientales y sanitarios (Molpeceres, 2023; INTA, 2022). En

respuesta, la agricultura orgánica ha emergido como alternativa paradigmática, proponiendo sistemas de producción que prescinden de insumos sintéticos y priorizan los procesos ecológicos, la salud del suelo y la biodiversidad. Esta transición no solo busca mitigar los impactos negativos del modelo químico, sino articular prácticas más armoniosas con el entorno, especialmente en zonas hortícolas con alta presión de producción (IFOAM, 2008; Lernoud y Willer, 2016).

HORTICULTURA ORGÁNICA

Los primeros establecimientos en adoptar la agricultura orgánica datan de Alemania a finales del siglo XIX. A su vez surgieron diferentes movimientos en Europa con una labor más ecológica, que se empezó a difundir muy lentamente con un acotado mercado interno, muy específico. Recién a partir de 1960 se empezaron a difundir los alimentos orgánicos por el impulso de un conjunto de factores como la tecnificación de la agricultura, de los poderes públicos por acciones gubernamentales y de una mayor conciencia de salud por parte de los consumidores de EE. UU., Europa y Japón. Durante la década de los 90, la producción mundial de alimentos orgánicos creció de manera sostenida, entre un 25-30% anual, y la demanda de los mismos se triplicó (Lupin y Gentile, 2003)

En la actualidad Argentina es uno de los países con mayor superficie de tierra dedicada a la producción de alimentos orgánicos, ocupando el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a producción, luego de Australia (Lernoud y Willer, 2016). La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (sigla en inglés IFOAM) define a la agricultura orgánica como “un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La Agricultura Orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella” (IFOAM, 2008).

El encargado de las normas y resoluciones para la misma a nivel Nacional es el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), desde el año 1998 (Ley Nacional 25.127/99 y Res. 374/2016, SENASA), el cual exige el no uso

de la mayoría de los agroquímicos de síntesis y la preservación de la biodiversidad a través del control biológico de plagas y de prácticas culturales y de manejo, atendiendo a las interrelaciones de los elementos que conforman el agroecosistema. En la Normativa Argentina se reglamentan las prácticas permitidas en este tipo de agricultura y los ingredientes activos factibles de utilizar para la nutrición de las plantas y el control de plagas animales y enfermedades en cultivos, producciones pecuarias y productos industrializados. La misma autoriza el uso de sustancias de origen natural, y se permite la utilización de biopolímeros naturales y extractos vegetales, siempre que no provengan de síntesis química ni se utilicen disolventes prohibidos. En este marco, los productos a base de quitosano (derivado natural de la quitina) pueden ser evaluados y aprobados individualmente como insumos aptos para producción orgánica (Res. 374/2016 del SENASA, anexo III).

Si bien la producción orgánica se encuentra regulada a nivel nacional por el SENASA, con normativas que establecen los criterios para su certificación y comercialización, en los últimos años ha cobrado relevancia la producción agroecológica, un enfoque más local y participativo impulsado por municipios, cooperativas y organizaciones rurales. Este modelo promueve prácticas sostenibles que integran saberes tradicionales y principios ecológicos, priorizando los mercados de proximidad y la salud del ecosistema (Contigiani y Cerdá, 2022).

PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA

En la horticultura sustentable lo esencial es el suelo. Al crear y mantener un suelo vivo y saludable, el horticultor puede cultivar alimentos que proporcionan salud (Jeavons, 2007).

En la década del 70, emerge la agroecología como un enfoque alternativo al modelo productivo agroindustrial, con experiencias puntuales en la Argentina a partir de los años '90. Sin embargo, en los últimos diez años, tomó impulso en el país como un nuevo paradigma de la actividad agropecuaria. Su crecimiento se dio en varios ámbitos como en los académicos, científicos, políticos, y de organizaciones de productores (Cieza, 2022).

En el año 2013, Gliessman rastrea las raíces de la agroecología hasta su constitución como disciplina. Si bien se plantea que emerge en los años setenta,

recién en la última década se ha masificado en la agenda pública y política dicho término.

Según Monkes y Easdale (2023) el propósito de la agroecología es fortalecer las propiedades emergentes de los agroecosistemas: resiliencia socio-ecológica, productividad y equidad. A su vez, realiza especial foco en la sustentabilidad y enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos, en conjunto con los procesos socioculturales, para adoptar formas técnicas específicas y estrategias de acción.

Parte de este proceso se debe a la creciente demanda de alimentos saludables, sin químicos y cuya producción tenga en cuenta la conservación de los recursos naturales. Dicha demanda incita a los productores agropecuarios a la adaptación de sus sistemas (Lund *et al.*, 2013).

BIOINSUMOS

Debido a la susceptibilidad de los cultivos al ataque de plagas animales y enfermedades los productores suelen realizar controles químicos frecuentes. Un mal uso de agroquímicos conlleva a un riesgo elevado de daños ambientales, como son la contaminación de las aguas subterráneas y del suelo sobre los que se aplican. Existen evidencias de que, conforme las prácticas agrícolas no sostenibles van en aumento, nuestro suelo está siendo despojado de su salud, nuestros acuíferos se están contaminando, y nuestros cultivos dependen de aportes químicos cada vez mayores (Martínez, 2018). A su vez los plaguicidas utilizados en la agricultura pueden tener efectos negativos sobre la población relacionada directamente con las actividades agropecuarias y también con la salud de los consumidores de los productos provenientes de las mismas. Cada año, un millón de personas se intoxican en forma accidental (PNUMA, 1990).

Actualmente, las empresas están buscando nuevos productos de origen natural para la agricultura, en distintos ecosistemas del mundo, sobre todo tropicales, a base de plantas, extractos de algas, animales, etc., que promuevan el fortalecimiento de determinados factores por parte de las diferentes plantas, permitiendo a estas crecer y protegerse de enfermedades y plagas. Estas empresas producen abonos orgánicos y otros preparados naturales, a partir de

distintas sustancias vegetales y animales, que se están aplicando en la nueva agricultura (Lascano Molina, 2011).

Los bioinsumos son una de las tantas herramientas prácticas de las que se vale la agroecología para mantener la fertilidad de los suelos, promover el crecimiento vegetal y combatir las adversidades bióticas en los distintos cultivos (Rojas y Romero Borrillo, 2022). Los mismos son productos elaborados a partir de microorganismos, extractos naturales o compuestos biológicos destinados a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Según SENASA, se entiende por bioinsumo a “todo producto de origen biológico que contenga organismos, biomoléculas o extractos naturales, que actúe como fertilizante, enmienda, estimulante, protector o biocontrolador en plantas o suelos”.

En este sentido, la adición de quitosano al suelo favorece la actividad y el crecimiento de muchos organismos quitinolíticos, cuya presencia favorece el crecimiento y desarrollo de otros microorganismos beneficiosos que establecen relaciones simbióticas con las plantas (micorrizas o especies del género *Rhizobium* entre otros) y también propicia el incremento de la población microbiana y su actividad en el suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes y sus propiedades fisicoquímicas (Marmol *et al.*, 2011).

QUITOSANO

La quitina, de la cual es posible obtener el quitosano a través de un proceso químico de N-desacetilación, se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza, después de la celulosa es el polímero natural más abundante. La misma presenta una tasa de reposición tan alta en la biósfera que se estima que duplica a la de la celulosa, por lo que constituye un importante recurso renovable. La principal fuente de quitina son exoesqueletos de crustáceos. Particularmente, los exoesqueletos de camarón contienen una alta concentración de quitina (Hernández Cocoltzi *et al.*, 2009). Ambos biopolímeros están químicamente emparentados; la quitina, por su parte, es una poli- β -N-acetil-glucosamina (Fig. 3), la cual, mediante una reacción de desacetilación que elimina al menos un 50 % de sus grupos aceto, se convierte en quitosano que es un poli- β -N-acetil-glucosamina-co- β -glucosamina (Fig. 3). Cuando el grado de desacetilación

alcanza el 100 % el polímero se conoce como quitano. Estos dos biopolímeros poseen la ventaja de ser conocidos por la naturaleza desde hace millones de años (Lárez Velásquez, C. 2006).

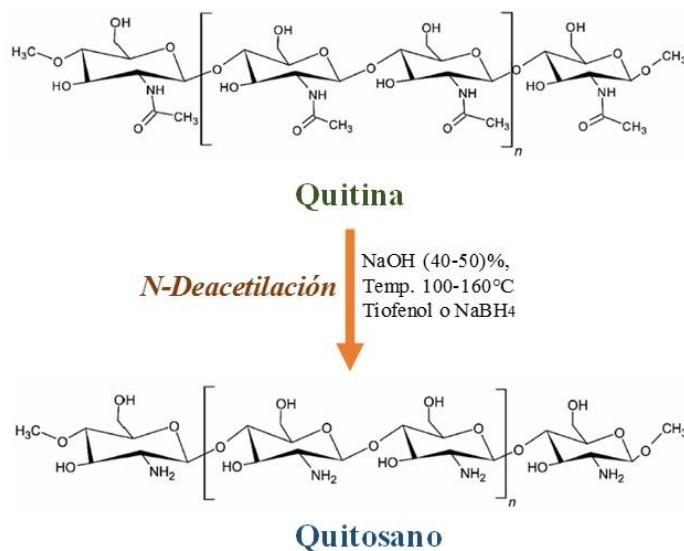


Figura 3. Estructura de la quitina y el quitosano (Romero Serrano y Pereira, 2020)

El quitosano, es un bio-polímero de amino-polisacáridos, compuesto por unidades distribuidas aleatoriamente de β -(1-4) D-glucosamina (unidades desacetiladas) y N-acetil-D-glucosamina (unidad acetilada). Se produce comercialmente mediante la desacetilación parcial de la quitina y también se encuentra en las paredes celulares de hongos, como los pertenecientes a la clase Zygomycetes, en algas verdes como *Chlorella* sp., y en algunas levaduras y protozoos (Raafat, 2009). Este bio-polímero no es tóxico y es bio-absorbible con la habilidad de formar soluciones gélicas a pH bajo (Ramírez *et al.*, 2010), esta preparación de hidrogeles biocompatibles es un área de investigación muy activa debido a su amplio uso en aplicaciones biomédicas (Lárez Velásquez, 2006).

Debido a las propiedades funcionales y fisicoquímicas del quitosano, se ha podido identificar una enorme área de aplicaciones tales como: alimentación, medicina, agricultura, cosmética, y farmacia, entre otras. Se han reportado diversos

métodos físico-químicos para su obtención y caracterización, sin embargo, su aplicación está limitada principalmente debido a la variación en su composición química, grado de desacetilación, tamaño de la cadena polimérica y purificación. La fuente de quitina y los incontrolados procesos de desacetilación son los principales factores que afectan las propiedades finales del quitosano (Hernández Cocolletzi, 2009).

Actualmente la quitina se obtiene principalmente del exoesqueleto de crustáceos industrialmente procesados, tales como langosta, cangrejo y camarón. El uso creciente de la quitina, así como de sus derivados, ha sido motivado por el hecho de que ésta se obtiene de los subproductos de las industrias pesqueras, fuente naturalmente renovable (al menos a largo plazo), no tóxica y no alergénica; además, es antimicrobiana y biodegradable (Pillai *et al.*, 2009). Sin embargo, a pesar de su relativa abundancia, la presencia del quitosano como materia prima química es escasa ya que no se encuentra en estado puro en la naturaleza y rara vez llega a constituir el 50 % de una estructura. Está fuertemente unida con proteínas insolubles en agua y sales inorgánicas que hacen difícil aislarla sin el uso de medidas extremas (Nieto y Orellana, 2011).

El gran interés por el uso de este compuesto natural se debe a que las grandes cantidades de cáscara de camarón que se desechan anualmente en todo el mundo, alrededor de 120.000 toneladas, representan un problema medio ambiental serio, debido a su lenta degradación. Por las condiciones únicas que presenta el quitosano, tales como baja toxicidad, compatibilidad y bio-degradabilidad, los investigadores han desarrollado un extenso campo de aplicaciones que va desde los usos industriales hasta la medicina y como agente descontaminante de aguas (Nieto y Orellana, 2011).

Los preparados a base de quitosano pueden ser incorporados a la planta de dos formas: vía radicular y vía foliar. En el primer caso el quitosano es absorbido por los pelos radiculares y luego translocado en sentido acrópeto y basípeto a través del xilema y floema. En el segundo caso, ocurre la difusión a través de la cutícula, favorecido por la polaridad y tensión superficial del quitosano o también

puede penetrar a través de los estomas, aunque menos frecuentemente (Lárez Velásquez, 2008).

La mayor actividad microbiana, provocada por el quitosano, contribuye a un entorno rizosférico más activo y equilibrado, que favorece la simbiosis con microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Además, induce la división y elongación celular mediante la activación de fitohormonas como auxinas y citoquininas, incrementando la absorción de nutrientes y el desarrollo radicular. En numerosos cultivos, entre ellos maíz, soja, tomate, papa, lechuga y orquídeas, la aplicación de quitosano aumentó la tasa de crecimiento, la biomasa, el área foliar y el rendimiento (Chakraborty *et al.*, 2020). También resulta efectivo en el control de diversas enfermedades pudiendo actuar sobre el organismo patógeno (tabla 2), o inducir mecanismos defensivos en las plantas contra varias enfermedades antes y después de la cosecha. La adición de quitosano al suelo favorece el crecimiento y la actividad de muchos organismos quitinolíticos, además del crecimiento y desarrollo de microorganismos beneficiosos que establecen relaciones simbióticas con las plantas, tales como las micorrizas o especies del género *Rhizobium* sp. (Ramírez *et al.*, 2010).

Tabla 2. Efectos antifúngicos del quitosano (Chakraborty *et al.*, 2020)

Cultivo	Hongo controlado	Modo de aplicación
Arroz	Magnaporthe oryzae, Rhizoctonia solani	In vitro e in vivo
Tomate	Fusarium oxysporum, Alternaria solani	In vivo
Papa	Phytophthora infestans	In vivo
Pepino	Colletotrichum spp., Phytophthora capsici	Pulverización foliar
Uva	Botrytis cinerea, Plasmopara viticola	Tratamiento poscosecha
Fresa	Rhizopus stolonifer, B. cinerea	Pre y poscosecha

En la agricultura moderna se hace cada vez más generalizado el uso del quitosano asociado a composiciones de fertilizantes protectores de semillas y planta, con el fin de lograr incrementar los rendimientos de los cultivos, debido a su excelente capacidad de formación de películas, bio-compatibilidad, no toxicidad, y efecto antifúngico. Se destaca el potencial en la encapsulación de embriones para preparar semillas artificiales; puede encapsularse juntamente con los nutrientes, factores de crecimiento de plantas, fungicidas, etc., formando una matriz protectora.

Posee gran potencial como bioestimulante ya que promueve la germinación y crecimiento de las plantas, induce los mecanismos de defensa propio de la planta convirtiéndolo en una herramienta muy eficaz para el control de plagas y protege a la planta del ataque de hongos, insectos, y nematodos; esto se logra por inducción de una barrera física en semillas y raíces, así como también mediante los mecanismos de activación de los genes de resistencia y activación de proteínas asociadas a respuestas de resistencias (Nieto y Orellana, 2011).

Específicamente en lechuga, existen ensayos que demuestran el aumento de rendimiento del cultivo con aplicaciones de quitosano. Benavidez-Mendoza (2021) concluyeron que, en campo abierto, el crecimiento de las plantas de los tratamientos en que se aplicó ácido acético o quitosano fue superior al del testigo con agua destilada.

PRODUCCIÓN DE LECHUGA

Hoy en día el consumo de lechuga criolla está ampliamente generalizado y es abundante en la dieta moderna. Según Martínez *et al.* (2023), en Argentina el consumo por habitante de lechuga criolla se encuentra alrededor de los 19 kg año⁻¹. En nuestro país el cultivo es realizado en una superficie de aproximadamente 40.000 ha, mediante 3 o 4 siembras sucesivas sobre el mismo suelo (Martínez *et al.*, 2023), generando una producción anual de 300.000 t (SENASA, 2022). Esta superficie se concentra principalmente en 5 lugares: Buenos Aires, Mar del Plata, Rosario, Santa Fe y Mendoza (Martínez *et al.*, 2023). Los datos del Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) (período 2015-2022), indican que, del total de lechuga ingresada, aproximadamente el 33% corresponden a los tipos criolla, 29% a mantecosa, 10% a francesa y el 4% a la morada.

La lechuga se cultiva principalmente en las zonas cercanas a los centros urbanos más grandes, conocidas como cinturones verdes. Se pueden identificar centros de producción altamente especializados en el cultivo, tales como el cinturón hortícola de Buenos Aires, Mar del Plata, Rosario, Santa Fe, Santiago del Estero y Mendoza (Fig. 4). En la provincia de Buenos Aires, resaltan los cinturones hortícolas del Gran Buenos Aires, La Plata y Mar del Plata. Estas áreas de cultivo proveen de lechuga de manera constante a lo largo del año, principalmente

abasteciendo al Gran Buenos Aires y CABA. La zona de producción se extiende desde La Plata hasta localidades como Florencio Varela, Zárate, Mariano Acosta y Cañuelas, entre otras. En la región del AMBA sur, se estima que se cultivan 5.461 hectáreas de lechuga bajo cubierta (invernaderos), de las cuales el 85% corresponde al municipio de La Plata (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2023).

En términos de superficie, el 80% de la producción se desarrolla a campo, mientras que el resto se lleva a cabo bajo invernadero e hidroponía. Mientras que la Hidroponía está en auge, con productores destacados en Córdoba, Buenos Aires y Mendoza, utilizando sistemas NFT (Nutrient Film Technique) y balsa flotante para cultivar sin tierra. Este método reduce el uso de agua hasta en un 90% y acorta los ciclos de cosecha a aproximadamente 4-5 semanas (Arregui *et al.*, 2023). Por otro lado, los invernaderos son especialmente útiles durante el verano para prevenir enfermedades fúngicas ocasionadas por la combinación de altas temperaturas y lluvias. Los momentos de máxima producción tienen lugar durante los meses invernales, mientras que disminuyen durante el verano (Sangiacomo *et al.*, 2020).



Figura 4. Principales zonas productoras de lechuga (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2023)

LECHUGA: Clasificación, taxonomía y características morfológicas.

La lechuga es una especie anual perteneciente a la familia de las Asteráceas. Dentro de las variedades botánicas de *Lactuca sativa* se encuentran: *L. sativa* var. asparagina, *L. sativa* var. longifolia Lam., *L. sativa* var. intybacea y *L. sativa* var. capitata. Esta última forma cabeza y dentro de ella se distinguen distintos tipos: por un lado, se encuentran las Latinas, que tienen hojas grandes con borde liso y forman una roseta sin tener cabeza firme. Las principales variedades que podemos encontrar son la gallega (de invierno) y la criolla blanca y verde (de verano) (Sangiaco e Itálica, 2022). La lechuga crimor, utilizada en el presente trabajo, fue obtenida en la EEA la consulta a partir del cruzamiento de criolla blanca con gallega (FECOAGRO, 2015). Por otro lado, están las de hoja, con hojas con bordes crespos, que no forman cabeza, encabezadas por las variedades grand rapids y prize head. También están las mantecosas, con cabezas no demasiado firmes y de baja resistencia al transporte y por último las capuchinas o crespas con cabezas bien firmes y muy resistentes al transporte. (Sangiaco e Itálica, 2022).

La planta presenta una raíz pivotante y la mayoría de las raíces laterales se desarrollan en la capa superior del suelo, generalmente en los primeros 30 cm. El tallo es muy corto y lleva una roseta de hojas que luego se aprietan unas junto a otras formando un cogollo más o menos consistente, dependiendo de la variedad. Las hojas tienen muchas formas y texturas, según los cultivares. Durante la floración el tallo se alarga y las flores se agrupan en número de 15 a 30 en inflorescencias compuestas, constituyendo racimos de capítulos. Las mismas son liguladas, blancas o amarillentas y hermafroditas. El cáliz es filamentosos y forma el papus que actúa como órgano de diseminación anemófila. El fruto, es un cipsela de color blanco o negro, pequeño, de forma alargada de aproximadamente 3 mm de longitud. En su base está el papus que se desprende fácilmente quedando el fruto limpio. Puede mantener su viabilidad hasta 5 años y presentar latencia hasta 2 meses después de su recolección (Sangiaco e Itálica, 2022).

El ciclo de producción de la lechuga puede oscilar entre 35 y 120 días, según los cultivares y la época del año. Se desarrolla mejor en climas templados a frescos con temperaturas medias mensuales entre 13°C y 18°C. En este ciclo pueden

distinguirse dos fases distintas: una fase vegetativa, durante la cual se forma la planta que se cosecha para consumo y una fase reproductiva, importante para la obtención de semillas, en el caso que sea deseado (Sangiaco e Itálica, 2022).

Desde el punto de vista productivo, el primer factor de importancia es la germinación de la semilla. Una vez cosechada la semilla, ésta presenta un periodo de latencia que puede prolongarse hasta los dos meses. La temperatura óptima para la germinación se sitúa entre los 15°C y 20°C, siendo muy sensible a altas temperaturas del suelo y no germina cuando en el mismo se registran valores mayores a 30°C.

Durante la primera fase del crecimiento, la temperatura óptima se ubica entre 10°C y 15°C. Las plantas pequeñas, en general, no son dañadas por temperaturas bajas o heladas suaves, situación que cambia en plantas grandes próximas a la cosecha. En la fase de crecimiento rápido, la temperatura óptima diurna oscila entre 14°C y 18°C y la nocturna entre 5°C y 8°C, por debajo de la misma puede retardar el crecimiento y temperaturas por debajo de 6°C lo detienen. Regímenes térmicos más elevados, acompañados por fotoperiodos largos, pueden estimular la subida a flor, factor no deseado si no se quiere producir semillas ya que afecta la calidad comercial del cultivo. Estos le provocan a la planta una floración prematura, la cual consiste en el alargamiento del tallo floral antes de llegar el momento óptimo de cosecha.

La capacidad de la especie para formar cogollos es una característica genética influida por factores del medio que la rodea, siendo uno de estos factores el equilibrio entre luz y temperatura. Con temperaturas mayores a 20°C y baja iluminación las lechugas presentan deficiente formación de cogollo. En general, para lograr un buen acogollado son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17°C y 28°C y temperaturas nocturnas entre 3°C y 12°C, aunque hay que tener cuidado con las altas temperaturas ya que pueden provocar un quemado del borde de las hojas (amarronado), sabor amargo por acumulación de látex y formación de cabezas poco compactas.

Las bajas temperaturas también traen sus consecuencias, entre ellas el daño de hojas externas e internas de plantas maduras y una coloración rojiza en las hojas por acumulación de antocianinas (Sangiaco e Itálica, 2022).

Además de estos parámetros, la humedad relativa del ambiente también cumple un rol importante, siendo adecuada para el desarrollo entre el 60 y el 80 %.

En cuanto al suelo, los más adecuados para el cultivo son los arcillo - arenosos, con buen contenido en materia orgánica y con un pH óptimo de entre 6 a 7,5. Un pH menor, por ejemplo 5, puede producir disminución del rendimiento (Sangiaco e Itálica, 2022). Por otro lado, si bien es resistente a los contenidos medios de salinidad, la presencia de sales en el suelo aumenta la sensibilidad a las altas temperaturas y reduce el tamaño de las plantas (Sangiaco e Itálica, 2022).

La lechuga crimor (*L. sativa* var. *capitata* L.), forma una mata mediana de 20 a 30 cm de diámetro, en forma de roseta más achatada y compacta que las criollas tradicionales, con un peso promedio de 313 gramos. Las hojas, de color verde brillante y algo más oscuro que las de criolla blanca, son de borde liso con lámina ampollada y nervaduras poco marcadas. Se comporta muy bien en todas las zonas de producción de lechuga del país y se adapta a las siembras primaverales estivales. En este cultivar se ha logrado retrasar por unos 10 días la emisión del tallo floral con respecto a Criolla Blanca, representando una ventaja para el productor que dispone así de un periodo de cosecha más prolongado. También tiene tolerancia genética al Virus del Mosaico de la Lechuga. (FECOAGRO, 2015)

Parámetros de rendimiento y problemas sanitarios que lo afectan.

Para poder determinar correctamente el rendimiento del cultivo, es importante entender los parámetros de calidad comercial que se tienen en cuenta en el mercado argentino para la lechuga criolla. Las características más apreciadas son: el tamaño de la planta, la presencia de signos de frescura, hojas brillantes libres de daños, sin amarillamientos o decoloraciones, sin quemaduras en sus bordes y con nervaduras que no tengan rajaduras (Baron *et al.*, 1996; Chiesa, 2010). Según la resolución 297/1983 de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (1983), las condiciones mínimas que debe tener la lechuga son: ser sana; fresca; limpia; entera

y no excesivamente húmeda. Además, deberá estar libre de insectos vivos; podredumbres; decoloraciones; lesiones; tallos floríferos; corazón negro; olor y sabor extraños.

Este cultivo puede sufrir pérdidas importantes en rendimiento, como también en la calidad comercial debido a distintos agentes como hongos, bacterias, virus y nematodos (Saavedra *et al.*, 2017). Dentro de los hongos podemos nombrar a *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinérea*, *Bremia lactucae* y *Erysiphe cichoracearum* (Sangiaco *et al.*, 2020). Entre los virus más frecuentes se puede mencionar *Lettuce big-vein virus* (LBVV), *Lettuce mosaic virus* e *Impatiens necrotic spot virus* (INSV) (Saavedra *et al.*, 2017). Además, es afectado por varias plagas animales, entre las cuales encontramos larvas de lepidópteros como *Spodoptera littoralis* Bosid “rosquilla negra”, *Spodoptera exigua* Hbs “rosquilla verde”, *Helicoverpa armigera* Hbs “heliothis”, *Autographa gamma* L. “oruga camello”. Los pulgones también son plagas de importancia para el cultivo, siendo los más comunes *Myzus persicae* “pulgón del melocotonero”, *Aphis gossipii* “pulgón del algodón” y *Aphis fabae* “pulgón Aphis” (García Morato, 2000).

El rendimiento en el Cinturón verde de Buenos Aires varía entre 800 y 2000 jaulas, de 12-14 kg cada una en lechuga tipo "criolla". Este rendimiento puede reducirse a 200 jaulas por hectárea en invierno. En Mar del Plata el rendimiento promedio oscila entre las 1400 a 1800 jaulas de 18-20 kg de lechuga tipo "capuchina" y bajo invernadero está entre 20 y 50 tn/ha (Sangiaco *et al.*, 2022).

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de bioinsumos a base de quitosano en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. en el partido de Luján.

Objetivos específicos

Evaluar el rendimiento de materia fresca de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de distintas dosis de bioestimulante a base de quitosano.

Evaluar el comportamiento sanitario de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de distintas dosis de bioestimulante a base de quitosano.

Generar información sobre alternativas al uso de productos de síntesis química para la fertilización y control de plagas en cultivos hortícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue llevado a cabo en el Centro de Investigación, Docencia y Extensión en Producción Agropecuaria (CIDEPA) de la Universidad Nacional de Luján (UNLu) (34° 36' S; 59° 04' O).

Fueron utilizados plantines de *Lactuca sativa* var. *capitata*, tipo criolla, variedad Crimor (Fig. 5 A) de primavera/verano, de 35 días y producidos en invernáculos bajo condiciones controladas. El sustrato de siembra fue un sustrato con base de perlitas expandidas combinado con humus de lombriz, turba, cortezas y harina de pescado (Fig. 5 B y C).



Figura 5. Simientes y sustrato utilizados en la producción de plantines. **A**, Semillas de lechuga var crimor; **B**, Perlita; **C**, Sustrato.

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto de investigación “Producción agroecológica de hortalizas y especies medicinales” aprobado por RESREC-LUJ: 0000112-22. El mismo presenta un diseño experimental en bloques completos al azar (DBCA), donde los bloques consisten en tablas conformadas por

10 surcos y separados por corredores biológicos. Por ello, a fin de acoplarse a las condiciones del proyecto, el diseño experimental utilizado en este trabajo consistió en un diseño en bloques completos al azar. Dentro de cada bloque, fue utilizado un surco de 18 m de largo para el cultivo de lechuga, a lo largo del cual la totalidad de los tratamientos fueron dispuestos de manera aleatoria. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones (una en cada bloque) y las parcelas tuvieron una dimensión, dentro del surco, de 0,7 m de ancho y una longitud de 4,5 m, con plantas distanciadas a 0,30 m (15 plantas/parcela).

Los tratamientos ensayados fueron:

- Tratamiento 1: testigo. variedad crimor sin tratar
- Tratamiento 2: variedad crimor con dosis baja (4 l.ha⁻¹ en cada aplicación)
- Tratamiento 3: variedad crimor con dosis óptimas según marbete (6 l.ha⁻¹ en cada aplicación)
- Tratamiento 4: variedad crimor con dosis alta (8 l.ha⁻¹ en cada aplicación)

Teniendo en cuenta el marco de plantación, 0,3 m entre plantas y 0,4 m entre surcos, se calculó la cantidad de plantas por hectárea (83.333) para determinar así el rendimiento por hectárea de cada tratamiento.

Con la finalidad de realizar determinaciones químicas de suelo, fueron tomadas muestras en diferentes sectores de la parcela dos muestras por sitio.

Fue utilizado el bioestimulante Raisán® 2.5, registro N° 60.241-BIO de SENASA, compuesto por Quitosano (Poli-d-glucosamina) 2.5 % p/v y otros Ingredientes e Inertes en un 97.5 % p/v. El mismo contiene 25 gramos de quitosano por litro de producto comercial.

El producto se aplicó de dos formas distintas: por inmersión y por pulverización. Primero se realizó una inmersión de plantines previo a la siembra, se sumergió la bandeja de plantines en una solución de Raisán® con una concentración del 0,2%. Esta primera aplicación se hizo en todos los tratamientos menos al testigo, con la misma concentración para todos los tratamientos. Previo a

la implantación del cultivo se realizó la preparación del suelo hasta lograr las características adecuadas para la plantación y el armado de los surcos.

La plantación fue realizada de manera manual. Luego se realizaron 3 aplicaciones foliares cada 7 días con sus respectivas dosis: 4, 6 y 8 l.ha⁻¹, dependiendo del tratamiento. La primera a los 7 días post trasplante de los plantines, la segunda a los 14 días post trasplante y por último una tercera a los 21 días post trasplante.

Con el fin de evitar la competencia y de disminuir la pérdida excesiva de agua, el control de malezas fue realizado mediante el desmalezamiento manual y el uso de mulching orgánico (Fig. 6 B) que permite además un manejo más eficiente del agua.

La cosecha fue realizada a los 50 días de la plantación, de forma manual mediante el corte de las plantas a la altura del cuello (Fig. 6 C). Se descartaron las plantas ubicadas en los extremos de cada parcela para evitar el efecto bordura. Para la cosecha se tuvo en cuenta la resolución N° 297 de la secretaría de agricultura y ganadería, la cual establece los siguientes parámetros:

- Lechugas del grupo latino: Son lechugas que forman cabeza floja; sus hojas son largas y angostas, llamadas también criollas.
 - ❖ Grandes: De más de doscientos cincuenta gramos (+ 250 g), para las lechugas latinas.
 - ❖ Medianas: De ciento cincuenta a doscientos gramos (150 a 200 g) para las lechugas latinas.
 - ❖ Chicas: De menos de ciento cincuenta gramos (-150 g) para las lechugas latinas

Durante la cosecha, fueron registrados los parámetros peso fresco por planta utilizando una balanza Scout Pro (Fig. 6 E). Además, fueron registrados los parámetros morfométricos largo y ancho de cada planta. Para ello fue utilizada una regla y fue considerada la longitud desde la base del cuello de la planta hasta el ápice de la misma para la altura y los dos extremos más anchos para registrar el diámetro (Fig. 6 E). Por último, fueron eliminadas las hojas que estaban en mal

estado y que no estaban en condiciones para el mercado, ya que la tolerancia admitida según la Resolución N° 297 es de hasta un cinco por ciento (5%). Las mismas se pesaron en la misma balanza que las plantas enteras (Fig. 6 F).

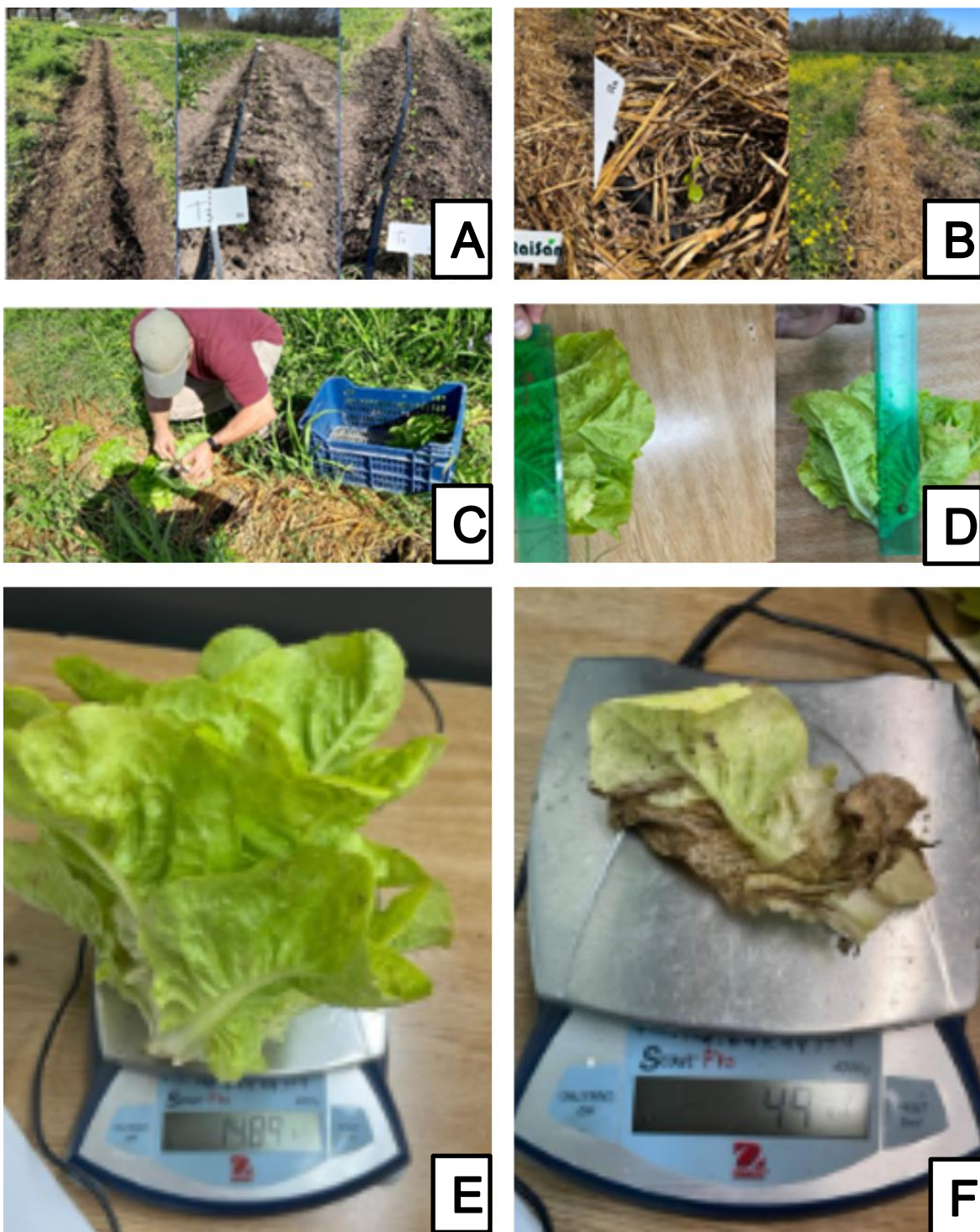


Figura 6. Labores culturales, plantación y cosecha. **A**, Preparación de los surcos y plantación de la lechuga; **B**, agregado de mulching orgánico entre el cultivo de lechuga; **C**, cosecha manual de *Lactuca sativa* var. *capitata*; **D**, Registro de parámetros morfométricos; ancho de planta y largo de planta; **E**, Pesaje en fresco de las plantas cosechadas; **F**, Pesaje en fresco del descarte de una planta de lechuga.

Para la determinación de incidencia de plagas animales fueron contabilizadas la cantidad de plantas afectadas por adversidades sobre la totalidad de plantas presentes en cada parcela. Para la determinación de la severidad fueron contabilizadas la cantidad de hojas afectadas en relación con el total de hojas por planta. Dichas determinaciones fueron realizadas mediante el aporte del equipo docente de zoología agrícola (UNLu).

Los datos obtenidos en los diferentes ensayos fueron procesados mediante el Software estadístico Infostat® a través de análisis de la varianza (ANOVA) y test de comparación de medias de tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores observados en los parámetros químicos de la fertilidad de suelo, del lote donde se realizó el ensayo se encuentran dentro de los rangos observados por Poma (2020) (Tabla 3). El contenido de carbono orgánico promedio fue de 2,44%, lo que se encuentra dentro del rango de carbono citado, en dicho parámetro, para nuestros suelos. En cuanto al contenido de materia orgánica, fue registrado un valor medio de 4,2%. El nitrógeno total fue de 0,36% estando en un muy buen rango para el partido de Luján.

Tabla 3. Parámetros de fertilidad de la parcela productiva (laboratorio del campo de la Universidad Nacional de Luján (10/12/2024).

Muestra	Carbono orgánico (%)	Mat. Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fosforo disponible (ppm)	pH	Conductividad (uS)
1	2,18	3,75	0,3575	>100	7,03	600
2	2,7	4,66	0,3711	>100	7,03	662

EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE EL RENDIMIENTO DE PLANTAS DE LECHUGA: PESO FRESCO POR PLANTA

Mediante un análisis de la varianza se pudo corroborar que fueron encontradas diferencias significativas en los valores de peso fresco promedio por planta (unidad).

Tabla 4. Análisis de la varianza peso fresco. (infostat, 2020).

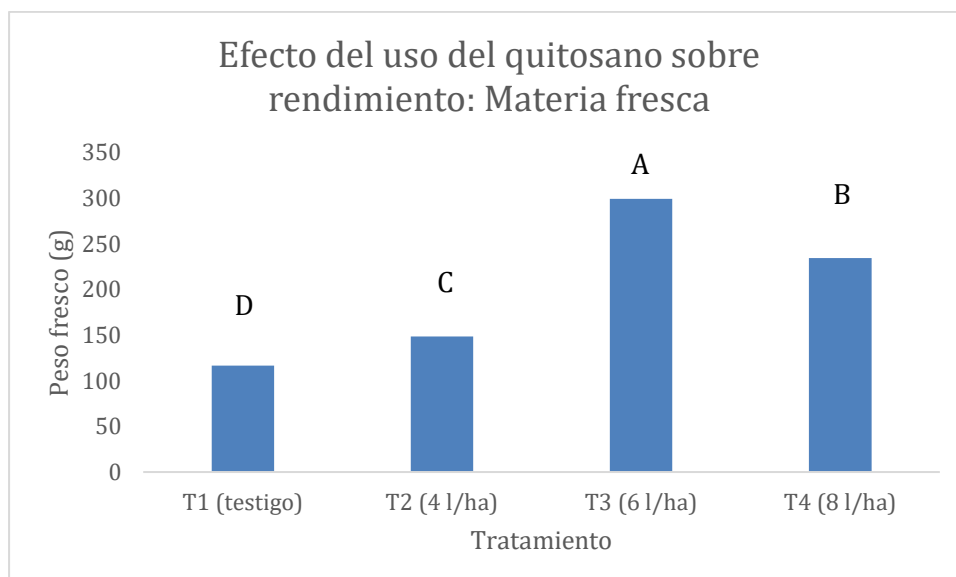
Peso fresco

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco	197	0,69	0,66	28,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1236800,52	15	82453,37	26,62	<0,0001
Bloque	157702,44	3	52567,48	16,97	<0,0001
Tratamiento	1013361,50	3	337787,17	109,07	<0,0001
Bloque*Tratamiento	81269,14	9	9029,90	2,92	0,0030
Error	560565,70	181	3097,05		
Total	1797366,21	196			

El tratamiento 3 (6 l.ha⁻¹) presentó el peso fresco más alto, con un promedio de 299.42 gramos por planta (Fig. 7). Por otro lado, el tratamiento 4, con una dosis de 8 l.ha⁻¹, tuvo un promedio de 234.66 gramos por planta, encontrándose en una situación intermedia. Algo similar fue observado en el tratamiento 2 (4 l.ha⁻¹) que tuvo valores de rendimiento iguales a 148.58 gramos por planta. El peso promedio más bajos fueron observados en el tratamiento 1 (testigo), con un peso promedio igual a 116,86 gramos por planta.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) test Tukey

Figura 7. Peso fresco promedio por planta.

Cabe destacar que en el caso del tratamiento tres (con aplicaciones a dosis comercial), se puede observar una duplicación del peso por planta. Estos resultados coinciden con lo reportado por Nieto y Orellana (2011), quienes han reportado incrementos similares del rendimiento tras la aplicación de quitosano. Algo similar fue reportado por Benavidez-Mendoza *et al.* (2021) quienes también registraron incrementos del rendimiento de lechuga en parcelas con aplicación de quitosano con respecto a los testigos.

Los resultados observados permiten inferir que la aplicación de quitosano a las plantas de lechuga bajo cultivo propició un incremento del peso por planta. Este aumento está estrechamente relacionado con el aumento del tamaño, diámetro y altura de la planta. El tratamiento tres fue el que presentó los mayores tamaños de hoja, siendo el único con valores significativamente superiores, seguido por el tratamiento cuatro y el dos, con $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, y el testigo que siempre fue menor.

Se pudo observar que los incrementos de peso de materia fresca tuvieron un patrón lineal en los primeros tres tratamientos mientras que el cuarto tratamientos ($8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) manifestó una disminución con respecto a la dosis anterior. Esto puede deberse a que se excedió la dosis recomendada por marbete, por lo que ese exceso de producto pudo haber influido de manera negativa en el cultivo.

EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE PARAMETROS MORFOMETRICOS DE PLANTAS DE LECHUGA BAJO CULTIVO: ALTURA.

En relación con la variable altura de la planta, se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla. 5). El tratamiento testigo presentó la menor altura promedio (17,83 cm), mientras que la aplicación de quitosano a baja dosis (T2) generó un incremento moderado (19,73 cm). Los tratamientos 3 y 4 alcanzaron las mayores alturas promedio, 21,74 y 21,14 cm, respectivamente, y no presentaron diferencias significativas entre ellos. Estos resultados indican un efecto positivo del quitosano sobre el crecimiento en altura, con una respuesta máxima alrededor de la dosis recomendada por marbete (6 l.ha^{-1}) (Fig. 8).

Tabla 5. Análisis de la varianza de la altura de hoja. (infostat, 2020).

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	197	0,45	0,41	9,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	522,05	15	34,80	10,04	<0,0001
Bloque	42,76	3	14,25	4,11	0,0075
Tratamiento	449,30	3	149,77	43,22	<0,0001
Bloque*Tratamiento	27,26	9	3,03	0,87	0,5494
Error	627,14	181	3,46		
Total	1149,19	196			

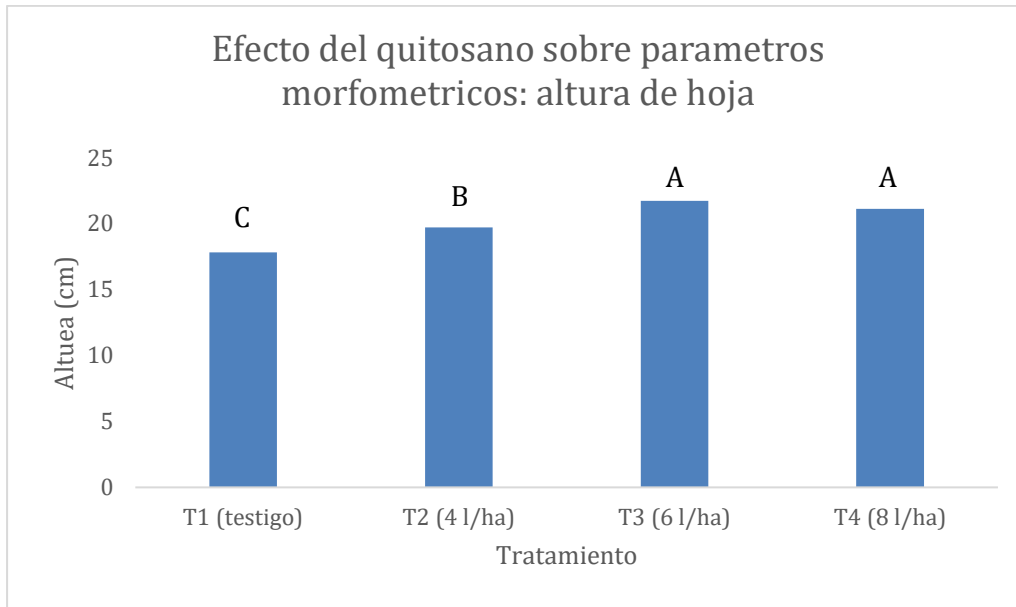


Figura 8. Altura promedio de hojas por tratamiento.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) Test de Tukey

EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE PARAMETROS MORFOMETRICOS DE PLANTAS DE LECHUGA BAJO CULTIVO: ANCHO DE HOJA

En cuanto al diámetro de las plantas, también se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla. 6). El tratamiento numero 3 tuvo hojas significativamente más anchas que los otros tratamientos con un valor promedio de 18,08 cm. Por otro lado, los tratamientos 1, 2 y 4 no presentaron diferencias significativas entre ellos. El menor valor de ancho de hoja fue registrado en el tratamiento 2 con un valor promedio de 15,82 cm (fig. 9). Este comportamiento coincide con lo observado para la altura, donde las aplicaciones con quitosano generaron un mayor crecimiento.

Tabla 6. Análisis de la varianza de ancho de hoja. (infostat, 2020).
Ancho

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho	197	0,56	0,52	14,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1350,14	15	90,01	15,14	<0,0001
Bloque	1081,08	3	360,36	60,61	<0,0001
Tratamiento	161,25	3	53,75	9,04	<0,0001
Bloque*Tratamiento	127,99	9	14,22	2,39	0,0139
Error	1076,22	181	5,95		
Total	2426,36	196			

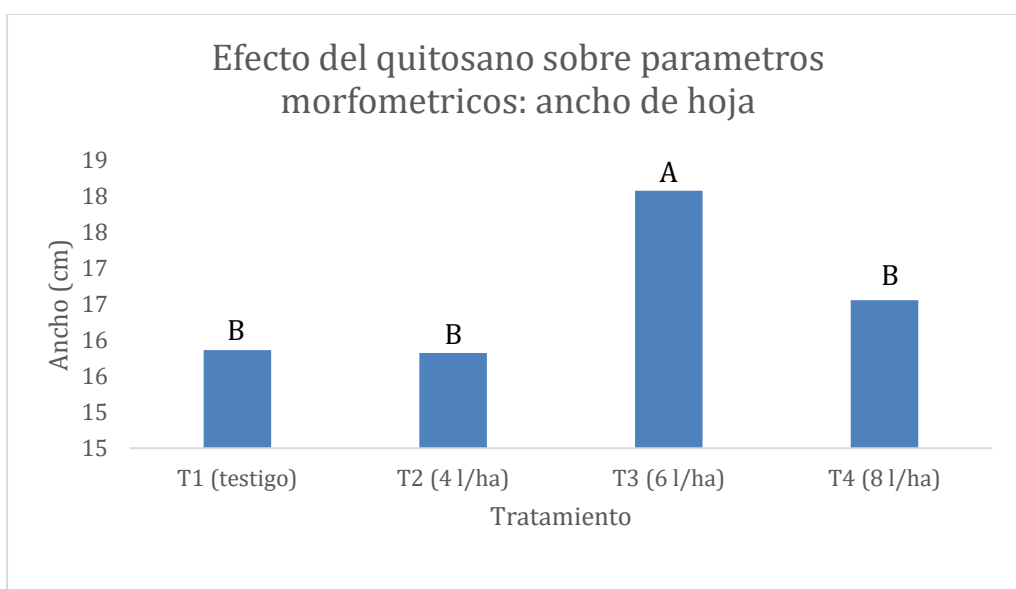


Figura 9. Ancho promedio de hojas por tratamiento.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) Test de Tukey

COMPORTAMIENTO SANITARIO: DESCARTE Y PLAGAS

Fueron observadas diferencias entre los tratamientos ensayados con respecto los gramos de hojas de descarte (tabla. 7). Los tratamientos con menores pesos frescos por planta, tratamiento uno y dos, tuvieron menores pérdidas (medida en gramos de hoja de descarte) en comparación con los tratamientos tres y cuatro encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos uno y dos y tres y cuatro (Fig.10).

Tabla 7. Análisis de la varianza del descarte. (infostat, 2020).

Descarte

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Descarte	197	0,37	0,32	62,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5993,56	15	399,57	7,03	<0,0001
Bloque	638,35	3	212,78	3,74	0,0121
Tratamiento	4593,58	3	1531,19	26,94	<0,0001
Bloque*Tratamiento	744,64	9	82,74	1,46	0,1676
Error	10287,56	181	56,84		
Total	16281,11	196			

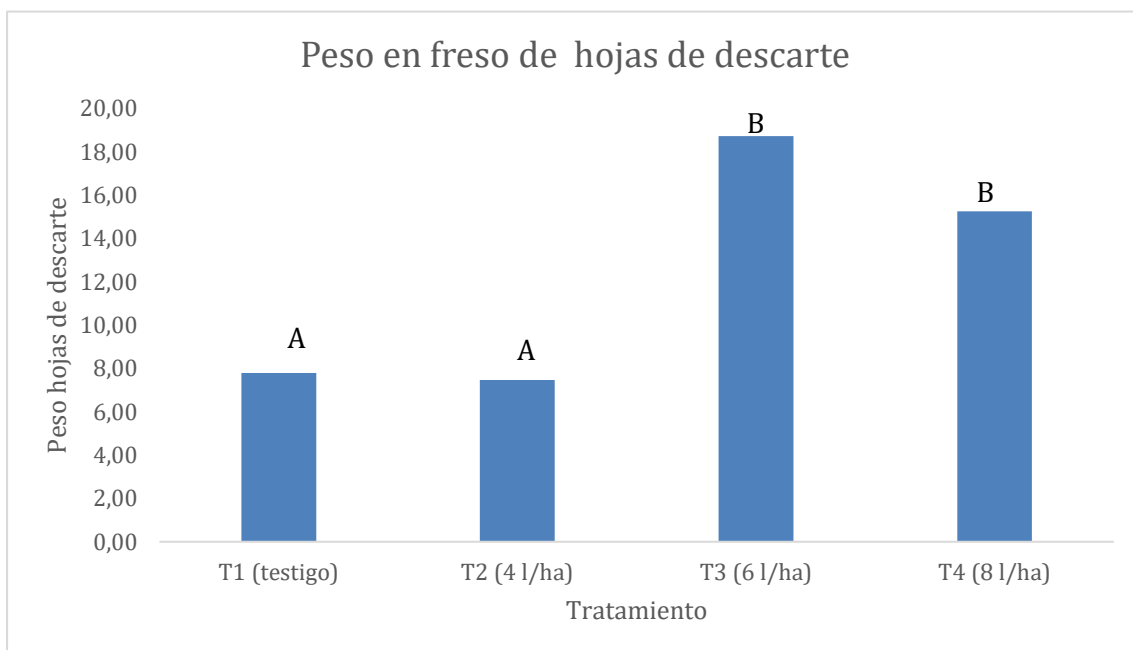


Figura 10. Peso en fresco de hojas de descarte.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) Test de Tukey

Los mayores valores de descarte promedio fueron registrados en los tratamientos uno, tres y cuatro, mientras que el tratamiento 2 presentó valores de descarte significativamente menores que los demás tratamientos (Fig.11).

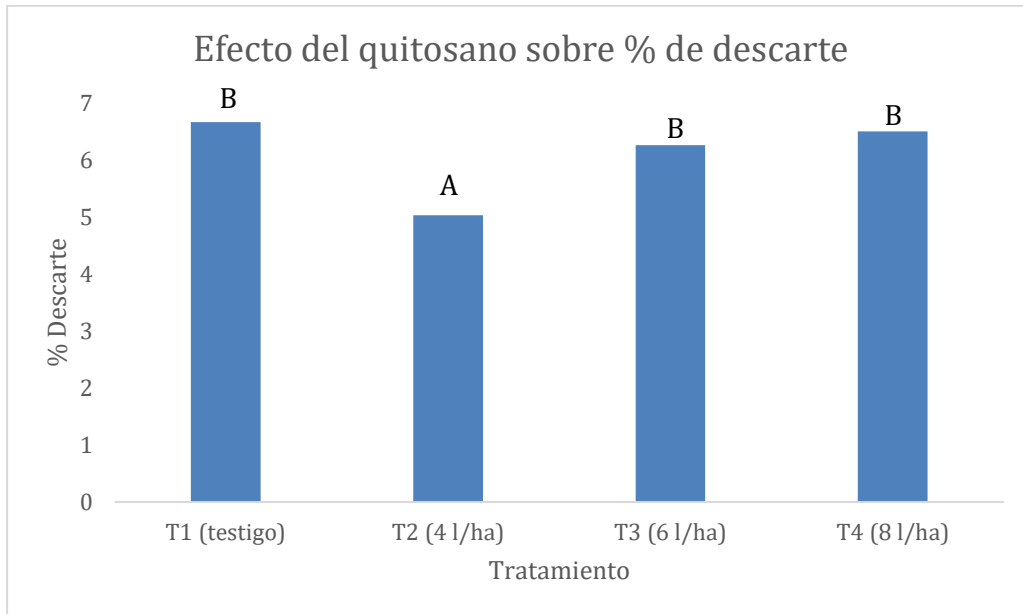


Figura 11. Porcentaje de descarte promedio por tratamiento.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) Test de Tukey

EFFECTO DEL QUITOSANO SOBRE LA SANIDAD DEL CULTIVO: INCIDENCIA Y SEVERIDAD.

La pérdida de hojas estuvo relacionada principalmente a la sanidad del cultivo. A los 36 días post plantación del cultivo, fueron encontradas plantas con síntomas de daño por plaga animal (Fig. 12).

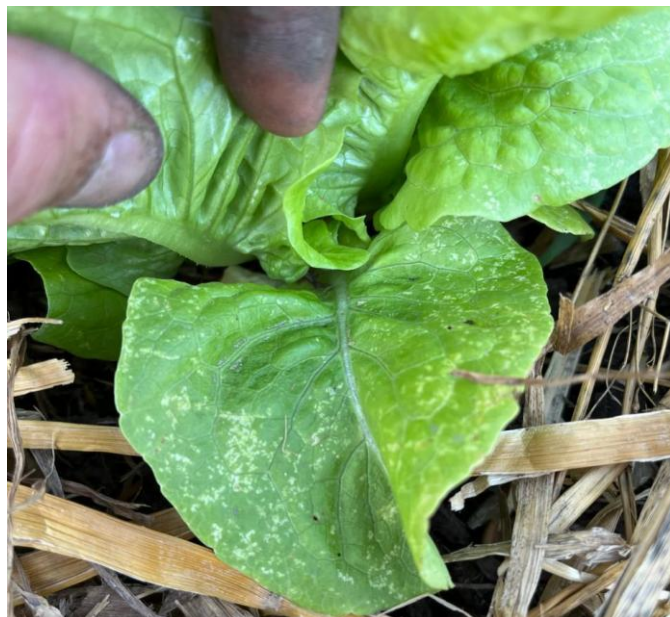


Figura 12. Planta de lechuga afectada por trips.

Mediante los aportes realizados por los docentes del equipo de zoología agrícola de la Universidad Nacional de Luján, se logró determinar que los daños fueron causados por trips. Se pudo observar que el testigo fue el tratamiento más afectado por dicha plaga. Asimismo, fue observada una mejora en la respuesta ante esta adversidad por parte de las plantas sobre las cuales se aplicó el quitosano. Al respecto, Nieto y Orellana (2011) destacan el efecto positivo del quitosano en la inducción de los mecanismos de defensa propios de la planta, convirtiéndolo en una herramienta muy eficaz para el control de plagas y protegiendo a la planta del ataque de hongos, insectos, y nematodos. Cabe aclarar que no fueron registradas pérdidas por efecto del ataque de otros patógenos.

Tabla 8. Porcentaje promedio de incidencia y severidad por tratamiento.

TRATAMIENTO	REPETICION	INCIDENCIA	Promedio incidencia	SEVERIDAD	promedio severidad
1	1	87%	83%	17%	15% a
	2	100%		23,21%	
	3	69%		11,28%	
	4	75%		9%	
2	1	27%	37%	4%	5% b
	2	43%		9,27%	
	3	43%		3,57%	
	4	36%		4%	
3	1	33%	55%	9%	9% ab
	2	86%		16,65%	
	3	40%		3,75%	
	4	62%		8%	
4	1	67%	50%	14%	8% ab
	2	17%		4,17%	
	3	54%		5,88%	
	4	64%		7%	

Respecto al efecto sobre el comportamiento sanitario de las plantas, se puede destacar el menor porcentaje de descarte (el cual se consideró de manera total, sin discriminar por agente que produjo el daño) en relación con el testigo, teniendo en todos los tratamientos sobre los cuales fue aplicado quitosano, menos descarte que el testigo sin tratar. Esto coincide con lo mencionado por Martínez *et al* (2023), quien menciona el efecto del quitosano en el control de diversas enfermedades, pudiendo

actuar sobre el organismo patógeno o inducir mecanismos defensivos en las plantas contra varias enfermedades antes y después de la cosecha, generando una mayor respuesta ante las distintas adversidades, y provocando en la planta una mejor sanidad.

En cuanto a la incidencia, si bien no fueron encontradas diferencias significativas (tabla. 10), se pudo observar que los valores promedio marcaron una tendencia de los datos. Se pudo observar que en los tratamientos en los cuales se aplicó quitosano, hubo menos incidencia que en el testigo sin la aplicación de dicho producto. Al respecto, en la incidencia sobre el testigo tuvo el valor más alto (83%) mientras el valor más bajo d incidencia fue registrado en el T2 (37%). No obstante, en ninguno de los tratamientos con aplicación de quitosano los valores de incidencia superaron el 55%. Estos valores ponen en evidencia el efecto que tiene el quitosano sobre la incidencia de plagas y enfermedades (Tabla 8).

En cuanto a la severidad, fueron encontradas diferencias significativas entre los tratamientos ensayados (tabla. 9). El menor valor de severidad pudo fue registrado en el tratamiento T1 (testigo) con un valor igual a 15%. El valor más bajo de severidad fue registrado en el tratamiento T2, en consonancia con los valores encontrados en la incidencia, con un valor igual a 5%. En ningún caso, los valores de severidad en los tratamientos con aplicación de quitosano superaron el 10% (Tabla 8).

Tabla 9. Análisis de la varianza severidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
INCIDENCIA	16	0,52	0,40	32,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,44	3	0,15	4,34	0,0274
tratamiento	0,44	3	0,15	4,34	0,0274
Error	0,40	12	0,03		
Total	0,84	15			

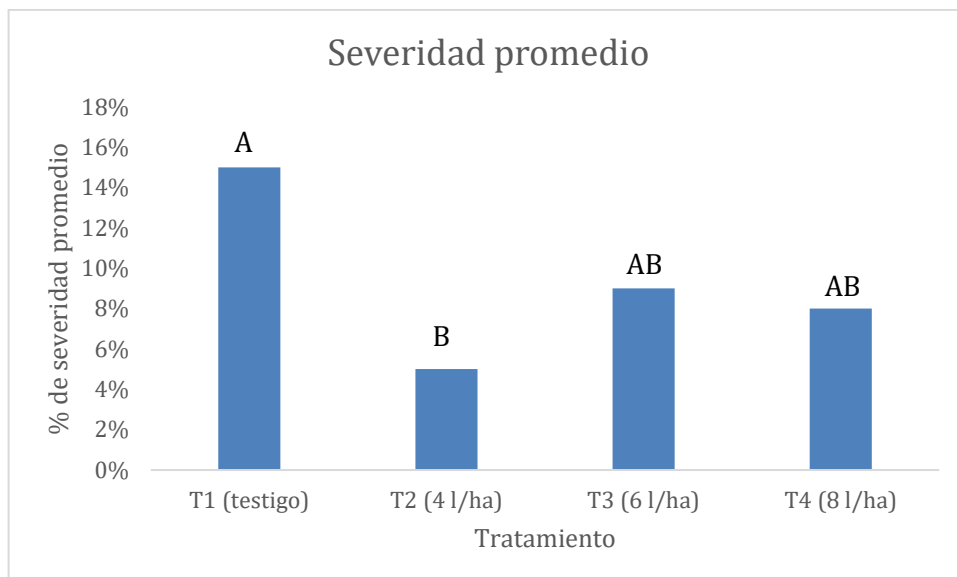


Figura 13. Severidad promedio.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$) Test de Tukey

Tabla 10. Análisis de la varianza Incidencia.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEVERIDAD	240	0,05	0,04	154,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,99	3	0,33	4,19	0,0065
tratamiento	0,99	3	0,33	4,19	0,0065
Error	18,49	236	0,08		
Total	19,48	239			

En la tabla 10 podemos observar que el coeficiente de variación (cv) es muy alto y el r^2 es muy bajo, lo que indica que este modelo tiene poco poder explicativo en la variación.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió evaluar el efecto de distintas dosis del bioestimulante a base de quitosano Raisán® 2.5 sobre el rendimiento y el comportamiento sanitario del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. capitata) en condiciones de producción agroecológica en el partido de Luján, provincia de Buenos Aires.

Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación del bioestimulante generó un incremento significativo en el peso fresco por planta respecto al tratamiento testigo, evidenciando un efecto positivo del quitosano sobre el rendimiento del cultivo. Este incremento se observó en todas las dosis evaluadas (4, 6 y 8 l.ha⁻¹), lo que deja de manifiesto su importancia como herramienta natural para mejorar la productividad en sistemas hortícolas.

Asimismo, se registraron mejoras en los parámetros morfométricos evaluados, tales como altura y ancho de planta, lo cual se relaciona con una mayor biomasa aérea y mejor desarrollo vegetativo.

En cuanto al comportamiento sanitario, los tratamientos con quitosano presentaron menor porcentaje de descarte y mejor estado general de las plantas, lo que sugiere un efecto favorable en la respuesta frente a factores bióticos adversos.

En el marco de la creciente necesidad de reducir el uso de insumos de síntesis química en la horticultura argentina, los resultados obtenidos respaldan el uso de bioinsumos a base de quitosano como alternativa compatible con sistemas agroecológicos y orgánicos, contribuyendo a una producción más sustentable.

Es importante considerar que el ensayo fue realizado durante una única campaña y bajo condiciones ambientales específicas, por lo que sería necesario continuar con estudios a mayor escala, en diferentes épocas del año y bajo distintas condiciones edafoclimáticas, a fin de validar la consistencia de los resultados y profundizar en la determinación de la dosis óptima y frecuencia de aplicación.

En conclusión, el quitosano se presenta como una herramienta promisoriosa para mejorar el rendimiento y la sanidad del cultivo de lechuga, aportando evidencia científica que contribuye al desarrollo de estrategias productivas más sostenibles en la horticultura argentina

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 2021. Agroecología: potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. *Revista Economía Crítica*. Página 64-65.

Arregui, M.E, Gargalione, V.B, Birgi, J.A. Producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en hidroponía en sistema Indoor con luces artificiales. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Río Gallegos (UNPAUARG). Página 14, 15, 16.

Barra, A.A., Romero, A.S., Beltramino, J.B. 2012. Obtención del quitosano. *Sitio Argentino de producción animal*. Página 3

Baron, J., Chiesa, A., Rodríguez, S. (1996). Calidad comercial y conservación poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Horticultura Argentina*, Vol 15(39), página 45–52.

Benavides-Mendoza, A., Romero-Garcia, J., Serguei, A., Ledesma-Perez, Raygoza-Castro, J. 2001. La aplicación foliar de quitosano en ácido acético aumenta la biomasa de la lechuga. *BIOTAM n.s.* Vol. 12(3), Página 3.

Castillo, M. 2002. Agroecología: atributos de sustentabilidad. *Revista de las Sedes Regionales*, vol. III, núm. 5. Página 26.

Castagnino, A.M., Díaz, K., Fernández Lozano, J., Guisolis, A., Liverotti O., Rosini, M., Sasale, S. 2020. Panorama del sector hortícola argentino: caracterización y prioridades de la horticultura nacional. CONICET. Página 77, 78, 79.

Chakraborty, M., Moutoshi, C., Hasanuzzaman, M. 2, Rahman, M., Rahman, A., Bhowmik, P., Mahmud, N., Tanveer, M., Islam, T. 2020. Mechanism of Plant Growth Promotion and Disease Suppression by Chitosan Biopolymer. MDPI. Páginas 4, 5 y 6. Disponible en: https://www.mdpi.com/2077-0472/10/12/624?utm_source.

Chiesa, A. 2010. Factores precosecha y postcosecha que inciden en la calidad de la lechuga. Avances en Horticultura. Página 29.

Cieza, R. 2022. Un giro hacia la producción agroecológica en el cordón productivo del gran La Plata. Investiga agencia CyT UNLP. Disponible en: <https://unlp.edu.ar/investiga/cienciaenaccion/un-giro-hacia-la-produccion-agroecologica-en-el-cordon-productivo-del-gran-la-plata-44720/>. Último acceso: 25/05/2025.

Contigiani, L., Cedrá, E. 2022. Guía de agroecología para municipios. Secretaría de agricultura, ganadería y pesca. Disponible en: https://magyp.gob.ar/sitio/areas/agroecologia/_pdf/GUIA_AGROECOLOGICA_MUNICIPIOS.pdf?utm_source. Último acceso: 06/10/2025.

Esnaola, E. 2018. La horticultura, ante el reto de aumentar el consumo y la exportación. Agrofy Agenc. Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/177535/horticultura-reto-aumentar-consumo-y-exportacion>. Último acceso: 10/02/2025.

FECOAGRO, 2015. Lechuga crimor inta. Disponible en: <https://www.fecoagro.com.ar/lechuga-crimor-inta/#:~:text=Obtenida%20en%20la%20EEA%20La,del%20Mosaico%20de%20la%20Lechuga>. Fecha de último acceso: 10/04/2025.

Fernandez Lozano J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina.

García Morato, M. 2000. Principales plagas en el cultivo de la lechuga: pulgones y orugas. Revista Vida rural. Página 46.

Hernández Cocolletzi, H., Águila Almanza, E., Flores Agustín, O., Viveros Nava, E.L., Ramos Cassellis, E. 2009. Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Página 57.

IICA, SENASA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2009. La producción orgánica en la Argentina: compilación de experiencias institucionales y productivas. Editorial: Graciela Lacaze. IICA. Buenos Aires, Argentina. Página 15.

IFOAM. 2008. Definición. Consulta en línea:
http://infohub.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/doa_spanish.pdf. Última consulta: 2- 3-2019.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2022). Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina: una mirada desde el INTA (Mesa de Análisis y Propuestas para el abordaje integral del uso de productos fitosanitarios). Disponible en:

https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/15505/INTA_Mesa%20de%20Análisis%20y%20Propuestas%20para%20el%20Abordaje%20Integral%20del%20Uso%20de%20Productos%20Fitosanitarios_Productos_fitosanitarios_sistemas_productivos_Argentina_INTA.pdf. Fecha de último acceso: 2-4-2020.

Jeavons, J. (2007). Cómo cultivar más hortalizas (y frutas, nueces, bayas, granos y otros cultivos) de lo que jamás imaginó, en menos espacio del que puede imaginar (7.ª ed.). Ten Speed Press.

Kirschbaum, D., Baron, C., Aquino, N., Bedogni, M. 2024. Panorama y perspectivas de la horticultura nacional. 42º congreso argentino de horticultura.

Lárez Velásquez, C. 2008. Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. Revista UDO agrícola 8. Página 6.

Lárez Velásquez, C. 2006. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Revista Avances en Química. Página 16-17. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/933/93310204.pdf>.

Lascano Molina, I.M. 2011. PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. Página 1, 8-9.

Lernoud, J. Willer, H. 2016. Datos sobre producción orgánica global y por países.

Lupin, B., Gentile, N. 2003. Caracterización del mercado argentino de hortalizas orgánicas. Universidad Nacional de Río Cuarto. Página 3.

Lund, T. B., Andersen, L. M., & Smed, S. (2013). The effect of personal values on the demand for organic food. *Journal of Cleaner Production*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.032>. Fecha de ultimo acceso: 02/4/2020.

Marmol, Z, Páez, G, Rincón, M, Araujo, K, Aiello, C, Chandler, C, Gutiérrez, E. 2011. Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones. *Revista Tecnocientífica URU*. Página 56

Martínez, R. 2018. Los peligros de los fertilizantes químicos. Disponible en: <https://www.bioecoactual.com/2018/02/21/los-peligros-los-fertilizantes-quimicos/> Fecha de último acceso: 02/10/2023

Martínez, S., Chale, W., Nico, A., Del Pino, M., Granitto, G., Scelzo, L., Vanina, A., Castro, A., Peñalba, P., Barrenechea, M. 2023. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Curso de Horticultura y Floricultura. Universidad Nacional del Noroeste. Página 3.

Molpeceres, M. C., Zulaica, M. L., & Tomaino, V. B. (2023). Cuestionamientos al uso de agroquímicos en Argentina y el mundo (2000-2020): una revisión de información científica. Disponible en: <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2340>. Fecha de ultimo acceso: 2-5/2020.

Monkes, J., Easdale, M., 2023. Agroecología periurbana en la argentina del siglo XXI: de los márgenes a la estatalidad. *Mundo Agrario*. Vol. 24 no 57. La pLATA.

Nieto, R., Orellana, P. 2011. Aplicación del quitosano como promotor de floculación para disminuir la carga contaminante. Trabajo final de aplicación. Universidad Politécnica Salesiana. Página 15-16. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1510/16/UPS-CT002068.pdf>

Perfecto, I., Vandermeer, J., Wright, A. 2009. Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan, London. Página 272.

Poma, L. (2020). Monocultivo de soja, tenencia de la tierra y propiedades edáficas. Un estudio de caso en la localidad de Banderoló, partido de General

Villegas (Buenos Aires. Disponible en: <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/rediunlu/972/TFA%20Poma.pdf?isAllo wed=y&sequence=1>.

Raafat, D., Sahl, H.G. 2009. Chitosan and its antimicrobial potential – a critical literature survey. *Microbial Biotechnology*. Páginas: 186–201. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2008.00080.x>. Fecha de ultimo acceso: 15/03/2023.

Ramírez, M. A., Rodríguez, A. T., Alfonso, L. 2010. El quitosano como alternativa natural para el control de enfermedades en plantas y su efecto en microorganismos del suelo. *Revista Protección Vegetal*, vol 25, núm. 2, página 75-82.

Rojas, J., Romero Borrallo, E. 2022. ¿Bioinsumos para la agroecología o para el disfraz verde del agronegocio? Disponible en: <https://agenciaterraviva.com.ar/bioinsumos-para-la-agroecologia-o-para-el-disfraz-verde-delagronegocio/#:~:text=Los%20bioinsumos%20son%20una%20de,del%20paisaje%20y%20del%20agroecosistema>. Fecha de último acceso: 27/10/2023

Romero Serrano, A., Pereira, J. 2020. Estado del arte: Quitosano, un biomaterial versátil. Estado del Arte desde su obtención a sus múltiples aplicaciones. *Revista Ingeniería Universidad de Carabobo*, vol. 27, núm. 2, página 118-135.

Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., Sepúlveda, P. 2017. Capítulo 8: Enfermedades en la lechuga. 2017. Editor: Gabriel Saavedra Del R. Manual de producción de lechuga. INIA. Santiago, Chile. Páginas 108-120.

Sangiacomo, M.A., Garbi, M., Puertas, A. 2022. Manual de producción de hortalizas. Universidad Nacional de Luján. Páginas 239-240-241.

Sangiacomo, M. A., Garbi, M., Puerta, A.. 2020. Manual de producción de hortalizas. Producción vegetal III (HORTICULTURA). Universidad Nacional de Luján. Página 239-244.

Secretaria de Agricultura y Ganadería. 2023. Producción de lechuga en Argentina: Evolución del cultivo hasta la temporada 2022. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/09/informe_lechuga_2023.pdf . Fecha de último acceso: 15/04/2025.

Secretaria de Agricultura y Ganadería. 2021. Marco conceptual de la agroecología. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dnae_sagyp_marco_conceptual_de_la_agroecologia_.pdf. Fecha de último acceso: 20/10/2023.

Secretaria de Agricultura y Ganadería. 1983. Boletín Nacional. Resolución 297/1983. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-297-1983-96677/actualizacion>. Fecha de último acceso: 24/01/2025.

SENASA, 2017. Reporte Comparativo del Comercio Exterior de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Vegetal - Frutas, Hortalizas y Legumbres - 2016 / 2017. Consulta en línea en: <http://www.senasa.gov.ar/estadistica.php>. Última consulta: 20-12-2024

Soto, G. 2020. El continuo crecimiento de la agricultura orgánica: orgánico 3.0. Revista de ciencias ambientales. Vol 54.

Pillai, C. K. S., Paul, W., Sharma, C. P. 2009. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. Progress in Polymer Science, vol 34, núm 7, página 641–678. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>. Fecha de ultimo acceso: 17/03/2023

PNUMA. 1990. Citado por: Sarandón, S. J., Flores, C. C. 2014. Capítulo 1: La insustentabilidad del modelo de agricultura actual. Universidad Nacional de La Plata. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial: edulp. Página 18.

APÉNDICES

Dentro de cada bloque se encontraron diferencias significativas, aunque el perfil de suelo era igual para los 4 surcos, el bloque 3 fue el que menos desarrollo obtuvo (Tabla 12). Esto puede estar dado, ya que el mismo estaba rodeado por mucha vegetación, la cual compite por luz, agua y nutrientes con las plantas de lechuga (Fig 6). Con respecto al bloque 1, el cual también mostró resultados inferiores, este puede deberse a que el surco del mismo fue elaborado unos días antes a los demás surcos, y en el medio sufrió una fuerte lluvia, quedando más compactado el mismo. Esto pudo haber provocado un posterior impedimento correcto del desarrollo radicular de los plantines, observándose esa disminución en el tamaño de las plantas.

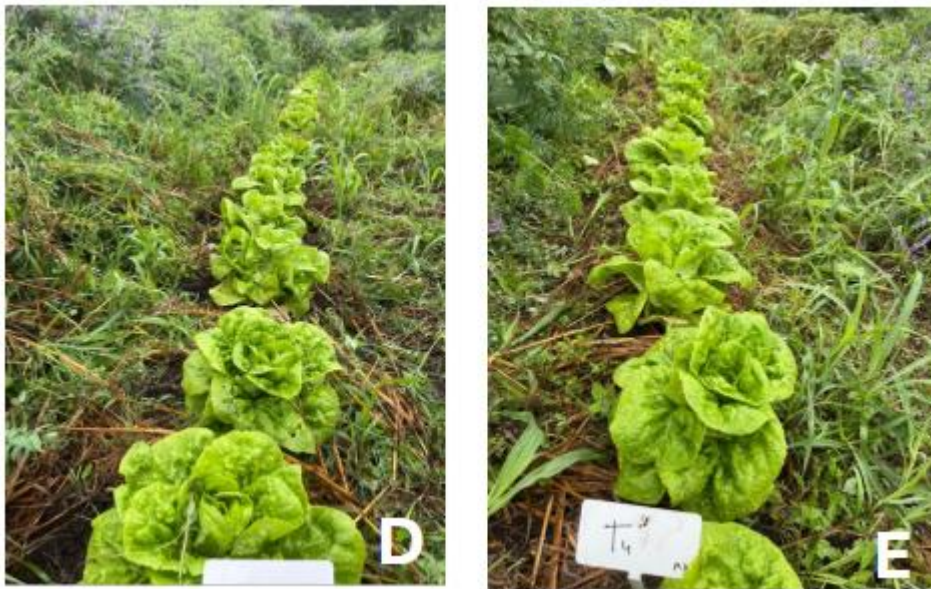


Figura 14. Vegetación lateral en el bloque 3.

Tabla 11. Parámetros morfométricos de plantas de lechuga: valores promedio.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS: PROMEDIOS					
TRATAMIENTO	Peso fresco de cada planta (gr)	Descarte (gr)	% de descarte	Altura (cm)	Ancho (cm)
T1 (testigo)	116,83	7,79	6,66	17,83	15,87
T2 (4 lts/ha)	148,58	7,47	5,03	19,73	15,82
T3 (6 lts/ha)	299,42	18,74	6,26	21,74	18,08
T4 (8 lts/ha)	234,66	15,26	6,50	21,14	16,56

Tabla 12. Peso fresco promedio por bloque. (infostat, 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,90381

Error: 3097,0480 gl: 181

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	157,97	52	7,72	A
1	193,04	51	7,80	B
4	215,00	45	8,30	B C
2	233,15	49	7,97	C

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

Tabla 13. Peso fresco de cada tratamiento (infostat 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=77,23298

Error: 3097,0480 gl: 181

Bloque	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	T1	95,14	13	15,43	A
2	T1	105,56	13	15,43	A B
1	T1	107,09	13	15,43	A B
3	T2	111,60	13	15,43	A B
1	T2	126,78	13	15,43	A B C
4	T1	159,52	12	16,07	A B C D
4	T2	159,91	11	16,78	A B C D
3	T4	179,35	13	15,43	B C D E
2	T2	194,71	13	15,43	C D E F
1	T4	235,17	12	16,07	D E F G
3	T3	245,80	13	15,43	E F G
4	T4	260,77	11	16,78	F G
2	T4	263,37	12	16,07	F G
4	T3	279,81	11	16,78	G
1	T3	303,12	13	15,43	G H
2	T3	368,95	11	16,78	H

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

Tabla 14. Peso fresco promedio por planta de cada tratamiento. (infostat, 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,86929

Error: 3097,0480 gl: 181

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	116,83	51	7,80	A
T2	148,25	50	7,89	B
T4	234,66	48	8,05	C
T3	299,42	48	8,06	D

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

Por el lado del descarte, también se notó la diferencia entre bloques. El bloque 3 fue el que menos pérdidas obtuvo, que se puede relacionar a su menor tamaño de plantas, por lo que tuvo menos problemas de luz en las hojas basales.

Tabla 15. Peso en fresco del descarte por tratamiento (infostat 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,91560

Error: 56,8373 gl: 181

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	9,36	52	1,05	A
2	12,71	49	1,08	A B
1	13,06	51	1,06	A B
4	14,14	45	1,12	B

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

Tabla 16. Peso del descarte de cada tratamiento (infostat, 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,46274

Error: 56,8373 gl: 181

Bloque	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	T1	4,48	13	2,09	A
3	T2	5,09	13	2,09	A
2	T1	6,12	13	2,09	A B
1	T2	7,59	13	2,09	A B C
3	T4	8,22	13	2,09	A B C D
2	T2	8,45	13	2,09	A B C D
4	T2	8,76	11	2,27	A B C D E
4	T1	10,08	12	2,18	A B C D E F
1	T1	10,46	13	2,09	A B C D E F
1	T4	15,67	12	2,18	B C D E F
2	T4	17,32	12	2,18	C D E F
4	T3	17,87	11	2,27	C D E F
1	T3	18,52	13	2,09	D E F
2	T3	18,95	11	2,27	E F
3	T3	19,65	13	2,09	F
4	T4	19,85	11	2,27	F

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

Tabla 17. Peso en fresco de hojas de descarte. (g) (infostat, 2020).

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,91092

Error: 56,8373 gl: 181

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	7,47	50	1,07	A
T1	7,79	51	1,06	A
T4	15,26	48	1,09	B
T3	18,74	48	1,09	B

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

Para los parámetros de altura y diámetro de la planta de lechuga, en ambos casos el bloque 3 demostró el menor tamaño de plantas, relacionado con el menor peso por planta. Con respecto a los demás bloques, no hubo diferencias significativas en su altura.

Tabla 18. Altura promedio por tratamientos (infostat 2020).

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,58329

Error: 3,4649 gl: 181

Bloque	Tratamiento	Medias	n	E.E.				
2	T1	17,08	13	0,52	A			
3	T1	17,08	13	0,52	A			
1	T1	18,15	13	0,52	A	B		
3	T2	18,62	13	0,52	A	B	C	
4	T1	19,00	12	0,54	A	B	C	D
2	T2	19,85	13	0,52		B	C	D
4	T2	20,05	11	0,56		B	C	D
1	T2	20,42	13	0,52		B	C	D
3	T4	20,69	13	0,52		B	C	D
4	T4	20,91	11	0,56			C	D
3	T3	21,12	13	0,52			C	D
2	T4	21,42	12	0,54				D
1	T4	21,54	12	0,54				D
1	T3	21,65	13	0,52				E
2	T3	21,91	11	0,56				E
4	T3	22,27	11	0,56				E

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

Tabla 19. Altura promedio por bloques (Infostat 2020)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96677

Error: 3,4649 gl: 181

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	19,38	52	0,26	A
2	20,06	49	0,27	A B
1	20,44	51	0,26	B
4	20,56	45	0,28	B

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

Tabla 20. Promedio de altura por planta. (infostat, 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96562

Error: 3,4649 gl: 181

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	17,83	51	0,26	A
T2	19,73	50	0,26	B
T4	21,14	48	0,27	C
T3	21,74	48	0,27	C

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

Tabla 21. Ancho promedio de las hojas por tratamiento (infostat 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,38407

Error: 5,9460 gl: 181

Bloque	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	T1	13,12	13	0,68	A
3	T2	13,15	13	0,68	A
4	T2	13,41	11	0,74	A B
3	T4	14,00	13	0,68	A B C
4	T1	14,00	12	0,70	A B C
4	T4	15,27	11	0,74	A B C D
3	T3	15,38	13	0,68	A B C D
4	T3	15,86	11	0,74	A B C D
1	T2	16,77	13	0,68	B C D E
2	T1	17,04	13	0,68	C D E
2	T4	18,46	12	0,70	D E F
1	T4	18,50	12	0,70	D E F
1	T1	19,31	13	0,68	E F
1	T3	19,42	13	0,68	E F
2	T2	19,96	13	0,68	E F
2	T3	21,64	11	0,74	F

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

Tabla 22. Ancho promedio por bloque (infostat 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,26646

Error: 5,9460 gl: 181

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	13,91	52	0,34	A
4	14,64	45	0,36	A
1	18,50	51	0,34	B
2	19,27	49	0,35	B

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

Tabla 23. Promedio de ancho por planta. (infostat, 2020).

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,26495

Error: 5,9460 gl: 181

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	15,82	50	0,35	A
T1	15,87	51	0,34	A
T4	16,56	48	0,35	A
T3	18,08	48	0,35	B

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

Tabla 24. Incidencia (infostat, 2020).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
INCIDENCIA	16	0,52	0,40	32,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,44	3	0,15	4,34	0,0274
tratamiento	0,44	3	0,15	4,34	0,0274
Error	0,40	12	0,03		
Total	0,84	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38545

Error: 0,0337 gl: 12

tratamiento	Medias	n	E.E.	
1,00	0,83	4	0,09	A
3,00	0,55	4	0,09	A B
4,00	0,51	4	0,09	A B
2,00	0,37	4	0,09	B

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