

Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo final

Especialización en Cultivos Intensivos

**“Cultivo semi-forzado de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en
el Alto Valle de Río Negro y Neuquén”**

Autor: Ing. Agr. Jorge R. Sánchez

Director: Dr. Carlos A. Bouzo

Esperanza, Santa Fe, Argentina

Julio de 2018

INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Producción de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) como hortaliza objetivo	2
3.1 Morfología	3
3.2 Requerimientos edafoclimáticos	4
3.2.1 Clima	4
3.2.2 Valores óptimos de temperatura para distintos cultivos de hoja	4
3.2.3 Condiciones adecuadas de suelo y agua	5
3.3 Factores que determinan las dificultades productivas en el Alto Valle	5
3.3.1 Factores climáticos	5
3.3.2 Factores económicos	5
3.3.3 Factores productivos	6
3.3.4 Factores cuantitativos	6
4. Objetivos	6
5. Metodología	6
5.1 Cronograma de las labores culturales	7
6. Cultivo forzado en microtúnel	10
6.1 Condiciones en el microtúnel	10
6.2 Orientación y ubicación de los microtúneles	12
6.3 Efecto invernadero	13
6.4 Propiedades de los materiales utilizados como cobertura	13
6.4 Ventajas y desventajas de la utilización de microtúneles	14
7. Resultados	15
7.1 Rendimientos	18
8. Conclusiones	21
9. Bibliografía	21

Cultivo semi-forzado de lechuga en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén

1. Resumen

En los valles de la Norpatagonia durante diferentes épocas del año, se observa que el crecimiento de los cultivos hortícolas resulta afectado por las condiciones climáticas. El desarrollo normal de las plantas puede ser perjudicado por la presencia de fuertes vientos y heladas de variada intensidad.

Para que no se malogren las cosechas se pueden plantear innovaciones tecnológicas como el uso de microtúneles que favorezcan el desarrollo de los cultivos y que hasta el momento no han sido adoptadas por los productores hortícolas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Por esto, el objetivo de éste trabajo final consistió en realizar un ensayo a campo, donde se evaluaron tres variedades de lechuga, cultivadas las mismas en forma semi-forzada (con apertura y cierre del polietileno) a partir de la construcción de microtúneles, efectuándose el seguimiento de su crecimiento y determinando sus rendimientos.

Para el diseño de la estructura de los microtúneles se utilizaron caños de polipropileno de $\frac{3}{4}$ pulgadas en los extremos y de $\frac{1}{2}$ pulgadas en la parte interna, con un largo de 1,90 m. Sobre los arcos de polipropileno se colocaron dos tipos de polietileno, uno el polietileno Cristal de 100 micrones y el otro fue el polietileno LDT (Larga Duración Térmica) de 150 micrones. En ambos casos se compararon el comportamiento de las diferentes variedades de lechuga.

En aquellas parcelas donde se utilizó la cobertura con polietileno LDT fue determinante para obtener los mejores pesos promedios de las plantas de lechugas, luego se ubicaron las lechugas protegidas con polietileno Cristal. Mientras que los rendimientos más bajos correspondieron a los cultivos desarrollados en las parcelas sin cobertura.

Cuando se analizó el comportamiento de las tres variedades de lechuga dentro de los microtúneles con cobertura de polietileno LDT, se observó que los mayores pesos promedios se obtuvieron en la variedad Crespa con 300 gr, luego se ubicó la Mantecosa con 200 gr y finalmente la Morada con 145 gr.

El ensayo demostró que los mayores rendimientos se lograron en las parcelas cubiertas con polietileno LDT de 150 micrones.

A partir de los resultados obtenidos se puede considerar que los microtúneles son innovaciones tecnológicas, que deben ser incorporadas cuando se pretende obtener hortalizas de calidad, y cuando las condiciones climáticas de los valles del norte de la Patagonia no son favorables.

2. Introducción

En las últimas décadas la crisis frutícola ha afectado a los productores del Alto Valle, ocasionado una disminución en la superficie implantada fundamentalmente de frutales de pepita.

También, desde el punto de vista laboral se observa la aparición de una nueva tipología social denominada “mediero”, que se corresponde con horticultores pertenecientes a la comunidad boliviana, fundamentalmente desarrollan sus labores acompañados por su grupo familiar, trabajando superficies que no superan las 10 hectáreas. Pese a su novedad en ésta región, la mediería es una modalidad de trabajo asociado muy conocida en varios sectores de la producción frutihortícola en el país. Se trata de una forma de acuerdo de trabajo y capital con arraigo en varios cinturones verdes que rodean las principales ciudades de la Argentina.

Ésta situación ha originado el nacimiento de alternativas productivas que puedan generar alta rentabilidad, pudiendo el productor modificar su cultivo si las condiciones del mercado así lo requieren.

Actualmente, se observa que la producción de los diferentes tipos de verduras está aumentando tanto en cantidad como en calidad; existen productores locales que abastecen las demandas de los mercados frutihortícolas de la región del Alto Valle.

Pero un aspecto negativo que hay que señalar se refiere a la época de producción, ya que no es constante a lo largo del año, sino que está concentrada en los meses más cálidos. Todavía es muy evidente la disminución en el volumen de verduras cosechadas durante las estaciones más frías. En esos momentos la demanda insatisfecha es cubierta por productos provenientes de regiones distantes como Cuyo y Mesopotamia.

En la región comprendida por Patagonia Norte, el inicio de la primavera se caracteriza por la ocurrencia de fuertes heladas y vientos del sector cordillerano. Estas condiciones propician un crecimiento irregular de los cultivos, alargando excesivamente su ciclo productivo. También, son notorias las roturas en la parte aérea del follaje que acarrea la disminución del área fotosintética de la planta, como consecuencia ello resulta afectado su rendimiento.

Los perjuicios enunciados se pueden minimizar con la aplicación de innovaciones tecnológicas, una de ellas es la construcción de microtúneles que permitirían mejorar las condiciones ambientales alrededor de las plantas logrando así potenciar su desarrollo y crecimiento.

3. Producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) como hortaliza objetivo

Entre los cultivos hortícolas que se producen en los valles patagónicos se destaca la lechuga como uno de los cultivos más elegidos entre los horticultores, siendo su consumo de 18 kg per cápita, ubicándose en tercer lugar a nivel nacional detrás de los cultivos de papa y tomate (Mercado Central de Buenos Aires).

La lechuga es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Compuestas. Existen dudas respecto a su origen, pues algunos botánicos sostienen que es de Europa Meridional y otros de Asia. El nombre 'Lactuca' deriva de la raíz *lac* que significa "leche" por la presencia de látex y 'sativa' por ser cultivada (Adlercreutz et al, 2014).

Su desarrollo productivo se ha expandido a todas las regiones del país, adaptándose a diferentes condiciones climáticas y edáficas, por lo que está presente en todos los cinturones verdes del país.

Se espera un aumento en su consumo, por su identificación dentro de las dietas sanas por ser una verdura fresca, baja en calorías, rica en vitaminas y de fácil preparación.



Figura 1: a) Lechuga Mantecosa variedad "Divina" b) Lechuga Morada variedad "Maravilla" c) Lechuga Crespa variedad "Grand rapid".

3.1 Morfología

Raíz: La planta posee una raíz pivotante, con raíces laterales que se desarrollan próximas a la superficie de suelo (primeros 20 cm).

Tallo: En la fase inicial o vegetativa, la planta presenta un tallo comprimido en el cual se ubican las hojas muy próximas entre sí, generando el hábito de roseta típico de esta especie. Sin embargo, una vez que la planta es inducida a florecer, inicia la fase reproductiva que no requiere vernalización y se ve acelerada por temperaturas altas y días largos, a pesar que la mayoría de los cultivares modernos son de fotoperíodo neutro. Esta fase se manifiesta inicialmente con el alargamiento del tallo, concurrente con el desarme de la cabeza de hojas en variedades que la forman, y su posterior ramificación, floración y fructificación. El tallo floral, que alcanza una altura de hasta 1,2 m, diferencia hojas abrazadoras, sagitadas, auriculadas y progresivamente más pequeñas hacia su extremo distal, en que produce un capítulo terminal y una serie de ramas con muchos capítulos pequeños agrupados en panículas o corimbos.

Hojas: La disposición de las hojas es variable; en algunas formas las hojas se mantienen desplegadas y abiertas, y en otras, en cierto momento del desarrollo, se presentan de tal manera que forman una cabeza o cogollo más o menos consistente y apretado. Las hojas son grandes, simples, sésiles, brillantes, de forma redondeada, oblonga o ovoida, de superficie glabra lisa a ondulada, de color verde, pasando por amarillo, hasta rojo, y con

margen irregularmente sinuoso, recortado, crespado o denticulado. Por lo tanto los limbos pueden tener el borde liso, ondulado o aserrado y de colores variados según el cultivar.

Flores: Se agrupan en número de 15 a 30 inflorescencias compuestas constituyendo racimos de capítulos. Son liguladas, blancas o amarillentas y hermafroditas. El cáliz es filamentososo y forma el papus o vilano que es un órgano de diseminación anemófila.

Fruto: Comúnmente llamado semilla, es un akeño de color blanco o negro. Puede mantener su viabilidad hasta 5 años y presentar 2 meses de latencia después de la recolección.

3.2 Requerimientos edafoclimáticos

3.2.1 Clima

La planta de lechuga presenta un buen crecimiento en climas templado fresco, con temperaturas promedios mensuales comprendidas entre los 13 y 18°C.

El desarrollo del cultivo se ve afectado por las altas temperaturas, principalmente cuando su valor supera los 30°C, dado que afecta la germinación y posterior crecimiento de la plántula.

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 cosecha.

El crecimiento de las lechugas es vigoroso cuando las temperaturas se mantienen entre 18 y 24°C durante el día. Temperaturas del orden de 6°C durante la noche no frenan su crecimiento. La acumulación de horas de luz acelera el proceso reproductivo, lo que se conoce como "subida en flor o "bolting" (Iglesias, 2014). Es un accidente fisiológico que consiste en el alargamiento del tallo floral antes de llegar el momento óptimo de cosecha, desmereciendo totalmente a la planta en su aptitud comercial. La calidad de las lechugas se basa en su capacidad de formar cogollos para ello debe existir un equilibrio entre luz y temperatura. En general, para lograr un buen acogollado son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17°C y 25°C y temperaturas nocturnas entre 3°C y 13°C (variedades capitatas).

3.2.2 Valores óptimos de temperatura para distintos cultivos de hoja

Cuadro 1: Valores óptimos de temperatura para diferentes verduras de hoja que se han determinado para Patagonia Norte (Iglesias, 2006).

ESPECIE	TEMPERATURA ÓPTIMA NOCTURNA (°C)	TEMPERATURA ÓPTIMA DIURNA (°C)
Acelga	7	18-25
Espinaca	2	20
Lechuga	12.5	15-20

3.2.3 Condiciones adecuadas de suelo y agua

El cultivo de lechuga se desarrolla mejor cuando el suelo presenta una fertilidad elevada, que se consigue con altos contenidos de materia orgánica. Además, debe existir un buen drenaje y alta capacidad de retención de humedad.

La acidez debe ser neutra o los valores de pH más adecuados son aquellos comprendidos entre 6,0 y 7,5.

El riesgo de un determinado tipo de agua está definido por los siguientes parámetros: contenido salino expresado en g/L y la conductividad eléctrica (CE) en dS/m. En general, con contenidos mayores a 2 g/L o con conductividad eléctrica mayor a 3 dS/m, los problemas de salinidad pueden ser graves.

Se ha comprobado que con salinidad en el agua sobre 1 dS/m se reduce el crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga y puede contribuir a la formación de un área salinizada en la superficie del suelo. Por su parte, la salinización por sobre 2.1 dS/m en la pasta saturada del suelo puede reducir el rendimiento en lechugas (Saavedra et al, 2017).

El cultivo de lechuga resiste los contenidos medios de salinidad. Cuando se observa la presencia de sales en el suelo, aumenta la sensibilidad a las altas temperatura y disminuye el rendimiento de la planta.

3.3 Factores que determinan las dificultades productivas en el Alto Valle

3.3.1 Factores climáticos

Los vientos predominantes son los cuadrantes oestes y sudoeste, con mayor frecuencia durante la época primavera-verano, con ráfagas que pueden alcanzar los 120 km/hs. Su intensidad obliga a la utilización de cortinas rompe-viento, para lo cual tradicionalmente se utilizan diferentes especies del género *Populus*. Con su implantación se busca disminuir la velocidad del viento y así mitigar los daños en los cultivos.

Las bajas temperaturas también afectan las actividades productivas, se ha determinado que los meses más fríos del año son junio y julio, período que no es recomendable sembrar o transplantar cultivos hortícolas a campo.

Durante la primavera son frecuentes las heladas tardías que con su ocurrencia perjudican el normal desarrollo de las plantas.

3.3.2 Factores económicos

La producción de especies hortícolas mediante la construcción de microtúneles es una innovación tecnológica, que hasta el momento no ha sido adoptada por los productores de los valles irrigados del norte de la Patagonia. Estos actores no están dispuestos a

asumir los costos que generan la compra de polietileno, utilizan únicamente estas estructuras en determinados momentos del año como almácigos para obtener plantines.

3.3.3 Factores productivos

Durante los meses más fríos del año existe una alta dependencia de hortalizas provenientes de mercados extra-zonales, con lo cual, los precios son muy altos.

Otro aspecto a considerar radica en que las áreas bajo riego están implantadas en su mayoría con árboles frutales, cuando concluye su producción, también se da por finalizado el riego para comenzar con el mantenimiento del sistema de canales que se efectúa hasta el mes de septiembre. Esta situación perjudica a los productores hortícolas quienes deben tener disponible en su predio, una perforación con agua de calidad para que su producción sea constante en el tiempo y no afecte su posterior comercialización.

3.3.4 Factores cuantitativos

A pesar de las dificultades que está atravesando la fruticultura regional, todavía es significativa su importancia económica. Ello determina que no surjan por el momento alternativas productivas que favorezcan a diversos sectores agro-productivos.

Se observa que la mayoría de la verdura que se consume en las provincias de Río Negro y Neuquén proviene de latitudes distantes. La producción hortícola en el Alto Valle es incipiente y abastece únicamente el 20% de la demanda de los mercados regionales.

4. Objetivos

Generar una alternativa tecnológica para los productores de la región, tendiente a proteger el cultivo de lechuga de las principales condiciones climáticas adversas.

Crear un prototipo de un sistema demostrativo de protección en microtúneles, utilizando dos tipos de cobertura y tres cultivares de lechuga.

5. Metodología

Para la realización de los experimentos se utilizaron cuatro parcelas de 15 m² cada una (1 m x 15 m), sobre las que se construyeron los microtúneles. También se diseñaron dos parcelas con las mismas dimensiones que las anteriores, pero sin ningún tipo de cobertura plástica denominadas parcelas testigo o control.

Las parcelas se dividieron en 3 secciones de 5 m y en cada una de ellas se trasplantaron tres variedades de lechuga: Mantecosa, Morada, y Crespa, correspondiendo por lo tanto una superficie de 5 m² a cada una de ellas.

En el caso de las parcelas que fueron destinadas para los microtúneles, los mismos fueron cubiertos con dos tipos de polietilenos, uno denominado polietileno Cristal de 100 micrones y polietileno LDT (Larga Duración Térmica) de 150 micrones.

Los plantines de lechuga se obtuvieron a partir de bandejas plantineras con 20 cm³ de capacidad por alvéolos. Su etapa de crecimiento en almácigo se desarrolló durante 25 días y para favorecer su calidad se utilizó un sustrato compuesto por turba, compost y dolomita.

En todos los tratamientos, las plantas fueron llevadas a campo cuando presentaron entre 4 y 5 hojas verdaderas, respetando una distancia de 20 cm entre planta y 20 cm entre filas. En las parcela se trabajó con un total de 4 líneas.

Cuando se realizó el monitoreo de las plantas, la altura de las lechugas se determinó a partir de la base del tallo, que es donde finaliza el área blanca (sin clorofila) hasta el extremo más distante de la hoja.

Las semillas se compraron a la organización de productores denominada Federación de Cooperativas Agropecuarias de San Juan Ltda (FECOAGRO).

Se realizó un seguimiento de la evolución de las plantas en la totalidad de las parcelas, con observaciones cada 7 días, momento en que fueron extraídas las plantas de lechugas elegidas al azar.

Luego se procedió a medir las siguientes variables: altura de la planta (cm), número de hojas y peso fresco de la planta (g) (evaluaciones biométricas), y posteriormente se determinó el rendimiento por variedad (kg/m²).

Los gráficos que se presentan en los resultados se diseñaron a partir del programa Excel.

5.1 Cronograma de las labores culturales

Cuadro 2: Detalle de todas las tareas realizadas durante el ensayo.

TAREAS	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Siembra en almácigo				
Preparación del suelo				
Fertilización				
Instalación del riego				
Transplante				
Armado de microtúneles				
Carpidas				
Desmalezado				
Riego				
Cosecha				



Figura 2: Observación de plantines de lechuga a raíz cubierta, en el momento de realizar el trasplante después de haber transcurrido 25 días en el almácigo. Lechugas con 4 – 5 hojas verdaderas de la variedad Crespa.



Figuras 3: a) Diseño de canteros de 1 m de ancho, con 4 filas de lechugas que corresponden a las variedades Mantecosa y Morada, respectivamente. b) El sistema de riego es presurizado donde se instalaron 2 cintas por platabanda y con goteros separados a 20 cm de distancia.



Figura 4: Instalación de los caños de polipropileno que forman parte de la estructura del microtúnel, los mismos se encuentran a una distancia es de 2 m entre ellos. Son los responsables de sostener el paño de polietileno, sus dimensiones son $\frac{3}{4}$ “ para los que están ubicados en los extremos, y $\frac{1}{2}$ “ para los que están dispuestos en la parte central.



Figura 5: Colocación y tensado del polietileno donde se observa que ambos extremos y laterales se sujetan con tierra. Con ello se evita el ingreso de aire desde el exterior y se protege a las plantas en el interior del microtúnel.



Figura 6: Plantas de lechuga variedad. Crespa, monitoriadas después de transcurridos 21 días de su transplante. El suelo está cubierto con un mulching orgánico de viruta de álamo, la finalidad es mantener la humedad del suelo e impedir el desarrollo de malezas.

6. Cultivo forzado en microtúnel

Definición: Se trata de una construcción realizada mediante la utilización de estructuras de hierro o plástico, recubierta por polietileno que permite el paso de la luz, a la vez que producen una modificación en el balance de energía en el volumen de aire cubierto y el suelo.

En su interior se pueden cultivar hortalizas y fruta fina durante épocas en las cuales las condiciones climáticas externas no favorecen su crecimiento.

6.1 Condiciones en el microtúnel

En los microtúneles se destacan dos características principales para considerarlos un medio idóneo para maximizar su producción, ellas son eficiencia y funcionalidad.

La primera es la capacidad para acondicionar convenientemente alguno de los principales elementos del clima dentro de límites bien determinados y de acuerdo con las exigencias fisiológicas de los cultivos; y la segunda es un conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del microtúnel, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

También, es importante destacar que el material plástico de cobertura a utilizar debe ser lo más transparente posible a la radiación solar, y lo más impermeable posible a la radiación infrarroja nocturna de longitud de onda larga que es emitida por el suelo durante la noche, de manera de incrementar el efecto invernadero.

Los materiales empleados en su construcción deben proporcionar una instalación ligera, pero resistente y estable.

Tanto la estructura como la cobertura deben proporcionar al recinto forzado la máxima hermeticidad.

Finalmente, se debe analizar el costo económico y buscar las combinaciones más factibles.



Figura 7: Instalación de los caños de polietileno ($\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ pulgadas), deben estar nivelados a una misma altura ya que a continuación se coloca el plástico.



Figura 8: Aspecto que presenta un microtúnel luego de instalar el paño de polietileno, el cual fue tensado y asegurado mediante la utilización de estacas de madera.

6.2 Orientación y ubicación de los microtúneles

En los valles irrigados ubicados en el norte de la Patagonia, la orientación es un aspecto que genera controversias, ya que existen ventajas relativas para cada orientación, sin embargo la prevalencia de los vientos del oeste y las fuertes ráfagas que superan los 120 km/hs ha demostrado que la orientación este-oeste, sí bien no es la más conveniente desde el punto de vista de la luminosidad es la que permite una mayor resistencia y durabilidad de los microtúneles. Por eso, es recomendable que el largo de los microtúneles no excedan los 30 m, ya que está demostrado que con longitudes mayores presenta problemas con el viento, esto ocurre porque se pierde fortaleza en estructuras (Micerendino, 2011).

Cuando se trabaja con forzado en forma de microtúneles es importante realizar una correcta ubicación de estas estructuras para evitar determinados errores, por ello se deben seguir las siguientes recomendaciones.

a- Seleccionar un predio nivelado a cero o con una pequeña pendiente; b- además la textura predominante debe permitir una correcta percolación del agua hacia las capas más profundas evitando su acumulación sobre la superficie del suelo; c- elegir una parcela que esté protegida de los vientos predominantes. Los álamos actúan como cortinas y reducen la velocidad de los mismos; d- Se debe disponer de agua en cantidad y calidad para satisfacer las demandas de evapotranspiración de los cultivos. También, hay que considerar que durante el invierno se produce el corte del agua que circula por

los canales, ello tiene como objetivo proceder a realizar el mantenimiento de la totalidad del sistema de riego.

Aquellos horticultores que quieran producir en forma constante durante todo el año, deben pensar en construir una cisterna o realizar una perforación para disponer de agua en cantidad suficiente en sus cultivos.

6.3 Efecto invernadero

La radiación que incide sobre la superficie del microtúnel, es reflejada, absorbida y transmitida.

La luz transmitida a su vez puede atravesar la cobertura plástica en forma directa o difusa.

Con la cubierta plástica se busca que transmita las longitudes de onda entre 300 y 3000 nm (radiación solar directa) y que se comporten como un cuerpo opaco a las radiaciones de mayor longitud de onda y que corresponde a la radiación infrarroja lejana emitida por el suelo y las plantas.

Se puede observar que la radiación directa atraviesa la cubierta del microtúnel siendo absorbida por el cultivo y la estructura del microtúnel. Estos cuerpos emiten una parte de la energía que absorben como radiación infrarroja lejana, que no puede atravesar el material plástico, produciéndose un aumento de la temperatura interna del microtúnel sobre la temperatura del ambiente.

Por la noche no se percibe incremento de energía por parte del microtúnel pero los cuerpos que están dentro de él siguen emitiendo radiación infrarroja lejana, que es retenida por el material de cubierta, demorando el enfriamiento del microtúnel respecto a la temperatura externa.

6.4 Propiedades de los materiales utilizados como cobertura

En general, todos los materiales presentan buena transparencia a la radiación directa. La diferencia radica en la transparencia a las radiaciones infrarrojas lejanas, que son las que producen el efecto invernadero.

En el siguiente cuadro se mencionan las principales características de algunos materiales utilizados como cubierta.

Cuadro 3: Características que presentan diferentes tipos de materiales indicados como cobertura (Iglesias, 2006)

	ESPESOR (μ)	DENSIDAD (μ)	TRANSMISIÓN LUZ (%)	TRANSMISIÓN IR (%)
Polietileno	100-200	0,92	92	77
Polietileno L.D.	180-200	0,92	90	65-75
Polietileno térmico	200	0,92	83-86	13

PVC	200	1,25	90	32
-----	-----	------	----	----

6.4 Ventajas y desventajas de la utilización de microtúneles

Los microtúneles se caracterizan por presentar diseños sencillos, de baja complejidad y demandan poco tiempo para su construcción.

Presentan estructuras que no requieren para su armado de numerosos componentes, por lo tanto cuando se comparan con los gastos que genera la construcción de un macrotúneles su costo es significativamente inferior.

Las verduras de hoja y raíz se pueden producir en forma forzada o semi-forzada durante los meses más fríos. La cubierta de polietileno protege a las plantas de los factores climáticos adversos (viento, heladas, etc.), con ello se beneficia el crecimiento vegetativo de los cultivos.

Un aspecto importante que está asociado a los microtúneles son las innovaciones tecnológicas. Para evitar la pérdida de humedad y la competencia del cultivo con las malezas se recomienda la utilización de mulching que puede ser de origen orgánico e inorgánico.

Además, en la producción semi-forzada se puede economizar el consumo de agua, ello se puede lograr con la instalación de un sistema de riego por goteo que se caracteriza por su alta eficiencia ya que reduce las pérdidas de agua hacia las capas más profundas del suelo.

Cuando el suelo no se encuentra cubierto con un mulching orgánico e inorgánico, se deben efectuar todas las labores culturales desde el exterior del microtúnel.

En la producción semi-forzada se utilizar mano de obra en forma permanente, debido a la necesidad de realizar la apertura y cierre de los laterales, principalmente cuando los días se presentan con temperaturas bajas durante la mañana y elevadas por la tarde.

Las variaciones de temperatura son altas por su baja relación de aire y la superficie del suelo (Micerendino, 2011).



Figura 9: Producción de verduras de hoja. Durante las horas más frías del día, el microtúnel permanece cerrado para acumular calor.

7. Resultados

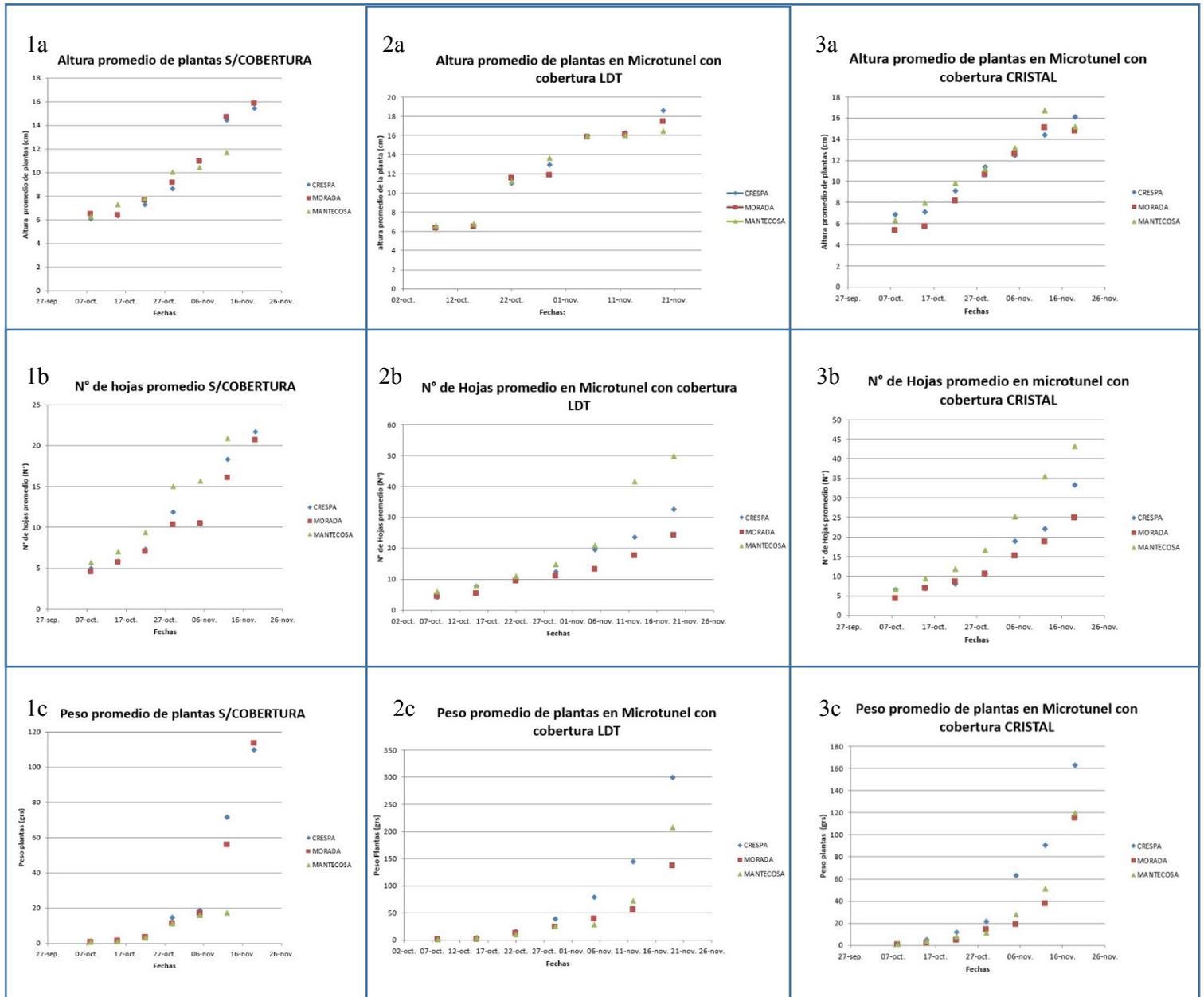


Figura 10: Evolución de la altura, n° de las hojas y peso de las plantas de lechuga cultivadas en microtúnel con diferentes tipos de cobertura plástica y sin cobertura. Sin cobertura 1a, 1b, 1c. Con cobertura LDT 2a, 2b, 2c. Con cobertura Cristal 3a, 3b, 3c.

Durante las primeras semanas del ensayo, en aquellas parcelas con cobertura LDT (larga duración térmica), no hubo diferencias en el número de hojas promedio para las tres variedades, pero después del día 6/11 la variedad Mantecosa comienza a presentar mayor cantidad, finalizando con 50 hojas, mientras que las variedades Crespa y Morada terminaron con 32 y 24 hojas respectivamente.

En las parcelas con cobertura LDT desde el inicio hasta final de las mediciones, las tres variedades crecieron en promedio 10 y 12 cm. Sin embargo, se observó que al finalizar

el experimento el día 19/11 las plantas de la variedad Crespa tuvieron una altura que superó a las variedades Morada y Mantecosa.

Los mayores pesos promedios se obtuvieron en la variedad Crespa con 300 gr, incrementando su crecimiento a partir del 6/11. Las variedades Mantecosa y Morada finalizaron el ensayo con pesos promedios de 200 gr y 145 gr respectivamente. Estas observaciones se realizaron en los ensayos con cobertura LDT.

Cuando se analiza las alturas de las tres variedades de lechuga (Morada, Crespa y Mantecosa), se aprecia que las plantas mantuvieron un crecimiento uniforme durante el ensayo donde se utilizó como cobertura el polietileno Cristal.

A partir del 27/10 las parcelas con polietileno Cristal, comienza a diferenciarse el número de hojas en la variedad Mantecosa, finalizando el ensayo con 43 hojas, mientras que las variedades Crespa y Morada concluyeron con 34 y 25 hojas respectivamente.

La variedad Crespa después del 6/11 comienza a diferenciarse de las variedades Morada y Mantecosa. Cuando concluyó el ensayo su peso promedio superó en 40 gr el peso presentado por las variedades Morada y Mantecosa. Estos resultados se observaron en los microtúneles donde se utilizó polietileno Cristal como cobertura.

Durante las etapas iniciales del ensayo en las parcelas sin cobertura, las diferentes variedades de lechuga (Crespa, Morada y Mantecosa), presentaron alturas similares. A partir del mes de noviembre el crecimiento de las diferentes variedades no es uniforme, donde las variedades Morada y Crespa finalizan el ensayo alcanzando los 16 cm, mientras que la variedad Mantecosa concluye con 12 cm.

Las tres variedades de lechugas utilizadas en el ensayo sin cobertura, no presentaron diferencias con respecto a la cantidad de hojas, todas llegaron al momento de la cosecha con alrededor de 20 hojas.

En la parcela sin cobertura, el crecimiento de las variedades Crespa y Morada es lento siendo afectadas por las heladas y los fuertes vientos, finalizando su ciclo con pesos promedios de 110 gr/planta para ambas variedades. Las plantas de la variedad Mantecosa también fueron perjudicadas por las condiciones climáticas y el picoteo de los pájaros, alcanzando pesos que no superaron los 20 gr/planta.

Las lechugas que crecieron dentro de los microtúneles protegidas con polietileno LDT de 150 micrones tuvieron los mejores pesos promedios, a continuación se ubicaron las plantas de los microtúneles con polietileno Cristal de 100 micrones, mientras que en las parcelas sin cobertura de polietileno se observaron los pesos promedios más bajos.



Figura 11: Tamaño que presentaron las plantas en el tratamiento con polietileno LDT antes de proceder a su cosecha, las lechugas que se observan corresponden a la variedad Crespa.



Figura 12: Después de haber finalizado su crecimiento dentro de la parcela sin cobertura, se procedió con las tareas de cosecha y recolección de las plantas de lechuga perteneciente a la variedad Morada.



Figura 13: Aspecto que presentaban antes de su cosecha, las plantas de lechuga de la variedad Cresenta, las mismas estaban ubicadas en la parcela sin cobertura.

7.1 Rendimientos

Los mayores rendimientos se obtuvieron en las parcelas donde los cultivos de lechuga estaban protegidos en forma semi-forzada con polietileno LDT de 150 micrones. Los rendimientos medios se lograron en los ensayos, donde se trabajó con polietileno Cristal de 100 micrones. Mientras que en las parcelas sin cobertura se obtuvieron los rendimientos más bajos, aquí la variedad Mantecosa figura sin dato por la alta mortalidad de plantas y también, por el intenso daño ocasionado por los pájaros.

Cuadro 4: Rendimientos de las diferentes variedades de lechuga por tratamiento

Variedad	Polietileno LDT 150 μ (kg/ha)	Polietileno Cristal 100 μ (kg/ha)	Sin cobertura (kg/ha)
Lechuga Cresenta	29.560	16.120	8.590
Lechuga Manteca	20.500	14.360	S/D
Lechuga Morada	17.400	12.860	11.580



Figura 14: Estado que presentaron las plantas de lechuga variedad Mantecosa antes de su extracción. Estaban ubicadas en parcela donde el cultivo estuvo cubierto con polietileno LDT.



Figura 15: Estado de las lechugas de la variedad Morada en la última semana de su ciclo. Durante su período de crecimiento la parcela estuvo cubierta con polietileno LDT.



Figura 16: Observación del peso de las plantas protegidas con polietileno LDT, las mismas corresponden a las lechugas de la variedad Crespa.



Figura 17: Monitoreo final antes de proceder con la cosecha de las plantas de lechuga realizado el día 19/11. Correspondientes a la variedad Mantecosa, desarrolladas en la parcela que estaba cubierta con el polietileno Cristal.

8. Conclusiones

El ensayo demostró que los mejores rendimientos se obtuvieron en las parcelas que estaban protegidas con polietileno LDT (Larga Duración Térmica) de 150 micrones. Éste polietileno es un excelente difusor de la luz solar y también reduce el enfriamiento nocturno, ambas cualidades favorecen el crecimiento de las plantas en el interior del microtúnel.

Cuando se compararon los rendimientos de las tres variedades, la lechuga Crespa presentó mayor crecimiento, siendo cultivada en forma semi-forzada bajo polietileno LDT de 150 micrones. Seguramente la lechuga Crespa presentó una mejor adaptación a las condiciones edafo-climáticas que imperaron en los microtúneles.

Las plantas de lechuga que se ubicaron en las parcelas sin cobertura plástica fueron afectadas por condiciones climáticas adversas, siendo perjudicando su desarrollo vegetativo. Como consecuencia de ello se observaron roturas de hojas y también plantas muertas.

Las parcelas sin cobertura fueron las que presentaron los mayores daños, que perjudicaron a las plantas de lechuga pertenecientes a la variedad Mantecosa. Sus hojas formadas por tejidos tiernos fueron picoteadas por los pájaros, haciendo complicado su monitoreo.

Aumentar la densidad entre plantas incrementaría la competencia entre ellas por los recursos (agua, luz y nutrientes). No lográndose aumentar los rendimientos.

Durante el ensayo no se observaron daños por insectos o enfermedades.

Los microtúneles son innovaciones tecnológicas que deben ser adoptadas por los productores hortícolas del norte de la Patagonia. Con su diseño permiten obtener lechugas de calidad, durante una época del año dónde las heladas y vientos intensos son frecuentes.

9. Bibliografía

Adlercreutz, E., Huarte, D., López Camelo, A., Manzo, E., Szczesny, A. y Viglianchino, L. 2014. Producción hortícola bajo cubierta. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ediciones INTA. p. 112-124.

Ferrato, J., Muguero, A., Tineo, F., Grasso, R., Longo, A., Mondino, M. C., Carrancio, L. y Duarte, V. 2003. Experiencias sobre nuevas tecnologías hortícolas en cultivos bajo cubierta. En: <http://www.ceretlapampa.org.ar>. Acceso: 10/12/2017.

Iglesias, N. 2006. Producción de hortalizas bajo cubierta: Estructuras y manejo de cultivos para la Patagonia Norte. Boletín de Divulgación Técnica N° 49. General Roca. Ediciones INTA. p. 37 – 41.

Iglesias, N. 2014. Protección para cultivos hortícolas adaptados a la Patagonia. General Roca. Ediciones INTA. 15 p.

Micerendino, E. 2011. Manual para la construcción de microtúneles. Viedma. Ediciones INTA. 18 p.

Saavedra, R. G., Corradini, S. F., Antúnez, B. A., Felmer, E.S., Estay, P. P. y Sepúlveda, R. P. 2017. Manual de producción de lechuga. Boletín INIA N° 9. Santiago. Chile. Ediciones INIA La Platina. p. 94 – 105.

Vigliola, M. 1986. Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 81 -89.