

# Sistema de cobertura con túneles modulares plásticos para cultivos hortícolas de porte bajo

Lenscak, Mario<sup>1</sup>; Battista, Edurne<sup>2</sup>; Justianovich Sergio<sup>3</sup>; Muscio, Luciana<sup>4</sup>; Ocampo Fernando<sup>5</sup>; Delmazzo, Pablo<sup>6</sup>; Tablada, Laura<sup>7</sup>

## Resumen

El sistema de Túnel Tradicional plástico (TT) constituye una tecnología de insumos descartables y requiere mucha de mano de obra con posiciones de trabajo poco ergonómicas. Existen diversas experiencias en cuanto a tratar de disminuir el esfuerzo para el manejo de los mismos. Este trabajo describe la evaluación agronómica de un sistema de Túneles Modulares plásticos (TM), para ser usado por la pequeña agricultura familiar, que disminuye el esfuerzo y la mano de obra, mejorando substancialmente la ergonomía. Evaluaciones preliminares realizadas en 2018, indican mejoras en las condiciones climáticas, y a su vez, el sistema propuesto resulta beneficioso para el operario, con un ahorro de tiempo en la operación de apertura y de cierre del orden del 40%. En esa evaluación se vieron y analizaron cada uno de los componentes del sistema para una mayor eficiencia. El objetivo siguiente fue evaluar el rendimiento precoz y total de un cultivo de frutilla en TM comparado con TT. La experiencia se realizó durante las campañas 2019, 2020 y 2021 en chacras de productores de Villa San Luis, Florencio Varela. Se usó la variedad San Andreas. Se usó polietileno cristal de 30 micrones en TT y polietileno térmico de 100 micrones en TM y se midieron 20 plantas por parcela con un diseño de bloques al azar. En los tres años de ensayos realizados y validados por las familias productoras, los túneles modulares mostraron ventajas tanto ergonómicas como agronómicas y económicas. El sistema ahorra un 40% de tiempo en la apertura y cierre de los túneles, y elimina completamente que el productor o el operario se tenga que agachar para realizar éstas tareas. La inversión en TM amortizables a lo largo del tiempo, sería económicamente rentable frente al gasto anual de los TT. El sistema resulta muy versátil dando la posibilidad de cambio de cobertura durante el cultivo (media sombra o malla anti granizo). Los rendimientos agronómicos son superiores con éste sistema, sobre todo si se considera el rendimiento total sumado el cultivo de invierno más el cultivo de verano.

Palabras claves: Túneles. Horticultura. Ergonomía

---

INTA. Dr. Ing. Agr. [lenscak.mario@inta.gob.ar](mailto:lenscak.mario@inta.gob.ar)<sup>1</sup>

INTA. Dis. Ind. [battista.edurne@inta.gob.ar](mailto:battista.edurne@inta.gob.ar)<sup>2</sup>

INTA. Mg. Dis. Ind. [justianovich.sergio@inta.gob.ar](mailto:justianovich.sergio@inta.gob.ar)<sup>3</sup>

INTA. Lic. (Mg) Soc. [muscio.luciana@inta.gob.ar](mailto:muscio.luciana@inta.gob.ar)<sup>4</sup>

INTA. Ing. Mec. [ocampo.fernando@inta.gob.ar](mailto:ocampo.fernando@inta.gob.ar)<sup>5</sup>

INTA. Ing. Agr. [delmazzo.pablo@inta.gob.ar](mailto:delmazzo.pablo@inta.gob.ar)<sup>6</sup>

IDEL. Tec. Agr [laurita\\_tablada@hotmail.com](mailto:laurita_tablada@hotmail.com)<sup>7</sup>

## **Introducción:**

El cultivo semiforzado de hortalizas de bajo porte (ej frutilla, pepino, zapallito, melón, lechuga, tabaco, etc.), con la protección de pequeños túneles (túneles bajos, de 40 a 80 cm. de altura) representan una superficie aproximada de 1500 Ha en Argentina (Stavisky y Lenscak, 2016). Los soportes son de varillas de mimbre, álamo o alambre. El material de cobertura, es, en general, polietileno cristal de baja densidad, de 50 o 100 micrones de espesor; hoy también se utilizan películas ultralivianas (25 micrones) y se está generalizando el uso de películas térmicas.

Existe una amplia investigación sobre los rendimientos obtenidos con este sistema de cultivo en diferentes especies y variedades (Wells y Loy, 1985), melón (Pereira y Col., 2017; Motsenbocker y Bonano, 1989), frutilla (Andrés y Cano, 2016; Rothman y col. 2016), tomate (Wolfe y Bell, 1987) y zapallito de tronco (Lenscak y col., 2002). También han sido comparados evaluados distintos tipos de plástico PE y PP (Ibarra y De la Rosa. 2004) y PE vs mallas (Cantamutto y col. 2001; Ibarra y Flores. 1997; Lenscak y col. 2002)

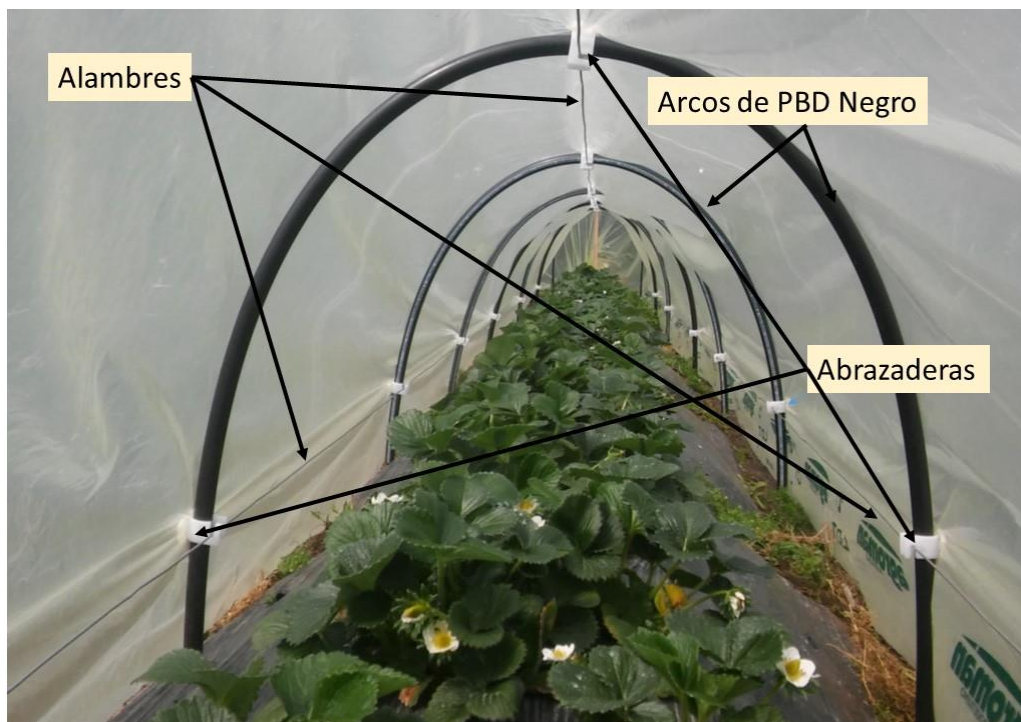
El aspecto que se destaca en estas estructuras es que permiten aumentar las temperaturas medias y máximas diarias durante la temporada fría para la producción de hortalizas de bajo porte. En los microtúneles las variaciones de temperatura son altas por su baja relación entre el volumen de aire y la superficie de suelo, por lo que resulta perjudicial para algunas especies, pero beneficiosa para otras como el caso de la frutilla. No obstante, esto se puede atemperar con mayor manejo de la ventilación durante el día, pero requiere mayor atención, por lo cual obliga a abrir y cerrar muy seguido, acción que ergonómicamente no es aconsejable ( Panelo y Ortiz Mackinson, 2018).

La difusión de este sistema de cultivo no se ha generalizado mucho, y hasta podría decirse que ha disminuido, debido a que conlleva mucha mano de obra tanto en el armado como en la apertura y cierre de los mismos, obligando al operario a agacharse secuencialmente tanto para abrir como para cerrar.

Para solucionar en parte este problema de apertura para ventilación, se fueron ideando varias alternativas, generalmente de parte de la industria plástica, con la utilización de cubiertas perforadas, microperforadas, cubiertas flotantes o manta térmica, etc. (Andrés y Cano, 2016; Lenscak y col., 2002; Pereira y col., 2017.)

En el presente trabajo se propone una tecnología alternativa que pretende mejorar el sistema, tanto desde el punto de vista ergonómico como económico. Esta nueva tecnología fue descrita en su fase inicial por los diseñadores Lorena Wozniak y Miguel Pagliaro, en la cual mostraron el sistema modular con apertura longitudinal, gracias al diseño de una abrazadera que unía los alambres guía con los arcos de polietileno negro y finalmente se podía enganchar el film de cobertura (Wozniak y Pagliaro. 2013). El esquema general se puede apreciar en las siguientes fotografías.

**Fotografía 1:** Con indicación de los componentes del túnel



**Fotografía 2:** Vistas de la abrazadera y la arandela de cierre. **Fotografía 3:** Vistas de los enganches



### Evaluaciones realizadas

Durante la campaña 2018 se realizó un ensayo probando distintas alternativas sobre los materiales a usar en este sistema. Se probaron: Tipos de alambre, grosor de caño de polietileno negro que forman los arcos, tipo de plástico de cobertura y se hicieron pruebas de distintos plásticos

y colores para las abrazaderas sobre un cultivo de frutilla. Sin embargo, no se pudo realizar una evaluación agronómica completa.

Durante los años 2019, 2020 y 2021 se implantaron ensayos sobre cultivo de frutilla, en campos de productores familiares ubicados en Villa San Luis, Florencio Varela, provincia de Buenos Aires.

Las evaluaciones fueron hechas comparando Túneles Tradicionales (TT) vs. Túneles Modulares (TM), con 3 repeticiones de cada sistema. La densidad de plantación en todos los casos fue de 4.2 plantas por m<sup>2</sup>. La variedad de frutilla utilizada fue San Andreas, y las plantaciones se realizaron en marzo-abril, colocándose los túneles en los meses de junio o julio y la cosecha para la evaluación se realizó durante los meses de octubre y noviembre.

Las mediciones según las posibilidades se realizaron por lomo completo o en parcelas de 30 plantas, llevando el resultado final a Kg/ha. También a partir del segundo año se comenzó a medir el contenido de sólidos solubles para observar si había diferencias en la calidad. A su vez, se siguieron tomando los datos de tiempos de apertura y cierre de los dos tipos de túneles y se comenzaron a evaluar distintas alternativas sobre disposición de arcos y posibles cambios de cobertura para el uso de media sombra.

## **Resultados y discusión**

### *Año 2018 (Batista y col. 2018)*

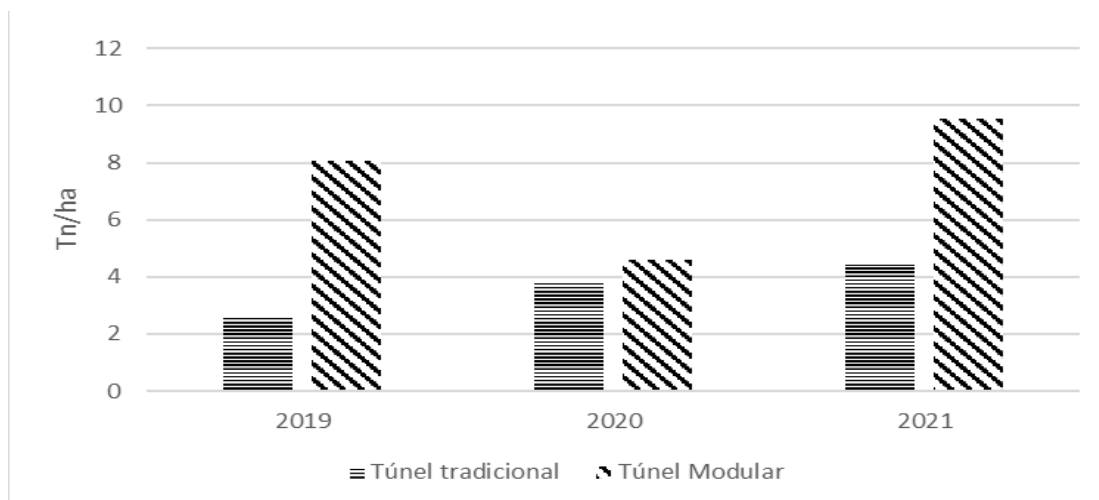
Con esta primera evaluación se determinó que:

- 1) el alambre debía ser de alta resistencia para un correcto tensado
- 2) el caño de PE negro de  $\frac{3}{4}$  pulgadas, debía tener un espesor de pared de 2.6 mm
- 3) el plástico de cobertura que mejor se adaptaba era de PEBD con aditivo anti UV y efecto térmico, de 100 micrones;
- 4) El mejor material para las abrazaderas era el PE con color amarillo, ya que no ofrecía efecto mimesis con el ambiente.

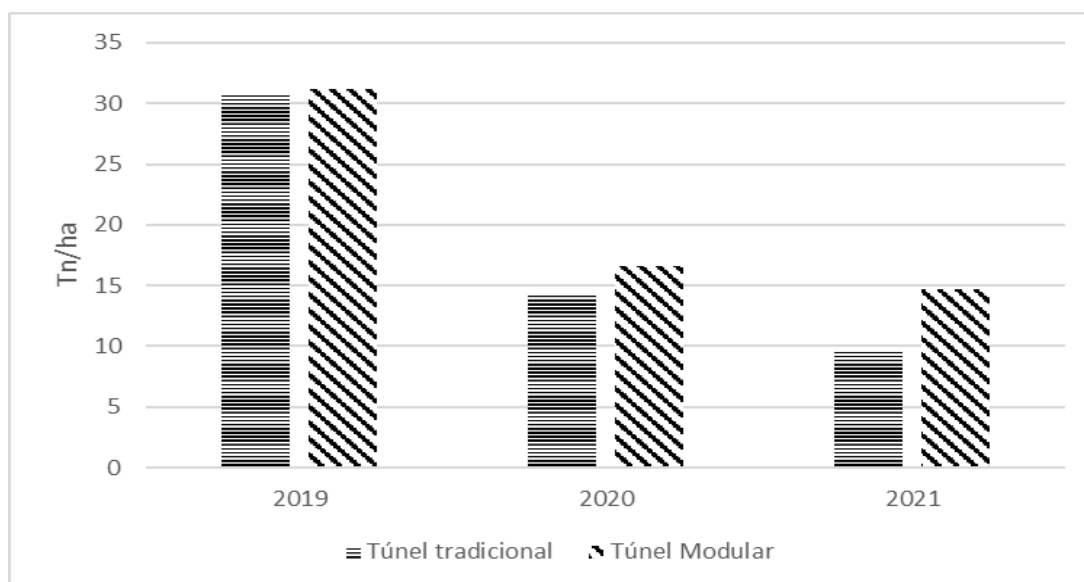
### *Años 2019, 2020 y 2021*

En cuanto a la evaluación agronómica del cultivo de frutilla variedad San Andreas el ensayo arrojó los siguientes resultados graficados por un lado el rendimiento de primicia y por otro lado el rendimiento total.

**Gráfico 1:** Rendimiento de primicia



**Gráfico 2:** Rendimiento total



Se observa en los tres años de ensayo un mayor rendimiento en la cosecha de primicia, pero no tanto en el rendimiento total. Tampoco se observaron diferencias en otros parámetros analizados que tienen que ver con la calidad, como ser el tamaño de fruta y el contenido de azúcares.

### **Otras observaciones**

Las familias productoras que participaron de estas experiencias fueron interiorizando e incorporando el sistema, encontrando nuevas formas de trabajar sin tanto esfuerzo, gracias a este sistema. Una de las modificaciones fundamentales fue el modo de apertura, que al inicio se realizaba con dos personas semiagachadas pasando a realizarlo una sola persona con un mínimo de flexión de la columna, según se ilustra en las siguientes fotografías.

**Fotografías 4 y 5:** 4) forma de trabajo inicial. 5) forma de trabajo erguida propuesto por el productor.



4



5

Otra observación fue la forma de trabajo en la cosecha, ya que el productor empezó a utilizar los alambres para apoyar y hacer correr fácilmente el cajón cosechero, como muestra la siguiente fotografía:

**Fotografía 6:** Facilitar la cosecha



### **Versatilidad del sistema**

Al finalizar el ensayo del 2019, se empezó a probar durante los meses de enero y febrero, luego de haber retirado el polietileno, la colocación de media sombra. Al principio se realizó con una media sombra negra de 80% de sombreo y se observó que mejoraba el estado de la planta y que continuaba produciendo, pero que disminuía mucho el contenido de azúcares, con lo que disminuía la calidad. Se consiguió material de distintos porcentajes de sombra y en negro y en blanco. Como se comenzó la prueba muy tarde, solo se pudo observar un mejor comportamiento con malla de sombreo blanca ya que además de mejorar el rendimiento mantenía calidad. Éstas fueron apreciaciones de unas pocas mediciones.

En el segundo año (2020) se mejoró el ensayo comenzando un mes antes (diciembre), pero por problemas de pérdidas de parcela solo se pudo realizar la siguiente comparación:



**Cuadro 1:** Rendimiento y calidad de fruta bajo media sombra

Túnel	Rendimiento Tn/Ha
50% sombra blanca	5.65 A
Sin protección	4.97 B

Se puede observar en el cuadro una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al rendimiento, aunque no así en la calidad, ya que se observan diferencias en el contenido de azúcares, pero éstas no son significativas.

**Fotografía 7:** Vista parcial del ensayo de media sombra 2021-22



### **Consideraciones sobre ergonomía**

Pocas veces se toma en cuenta en el trabajo de las familias productoras, el tema de las posiciones en cada tarea que se realiza en el campo, el trabajo con la espalda doblada, o en cucliyas, la carga y descarga de cajones, etc., y cómo repercute esto en la calidad de vida de esas familias.

Por eso, uno de los objetivos de éste trabajo fue buscar la mejora en la postura para realizar las tareas de apertura y cierre de los túneles.

Se constató que, de una posición de trabajo incómoda y forzada, se pasó a una postura erguida, por lo tanto, más cómoda y sin tanto esfuerzo. Además de una reducción de casi un 40% del tiempo en realizar estas operaciones.

## **Aspectos económicos.**

Los túneles tradicionales están pensados habitualmente como gasto anual, donde todos sus elementos se usan durante unos meses y luego se descarta, por lo tanto entra todo como costo de un cultivo.

Al hablar de túneles modulares, tenemos que considerar que forman parte de una inversión, no de un gasto, ya que la mayor parte de sus elementos sirven para varios años y varios cultivos, reduciendo así el costo de un cultivo.

El precio actualizado de un lomo de 50 metros es de aproximadamente 27000\$, pero se debe considerar al analizar el precio, las ganancias adicionales por mejor producción y en franjas de mayor precio, además de reutilización con otros cultivos, y fundamentalmente la reducción en la mano de obra, previniendo posturas forzadas e incómodas, mejorando así la calidad de vida de las familias productoras.

## **Conclusiones**

En los tres años de ensayos realizados y validados por las familias productoras, los túneles modulares mostraron ventajas tanto ergonómicas como agronómicas y económicas.

El sistema ahorra un 40% de tiempo en la apertura y cierre de los túneles, y elimina completamente que el productor o el operario se tenga que agachar para realizar éstas tareas.

La inversión en TM amortizables a lo largo del tiempo, sería económicamente rentable frente al gasto anual de los TT.

El sistema resulta muy versátil dando la posibilidad de cambio de cobertura durante el cultivo (media sombra o malla anti granizo)

Los rendimientos agronómicos son superiores con éste sistema, sobre todo si se considera el rendimiento total sumado el cultivo de invierno más el cultivo de verano.

## **Bibliografía**

- Andrés Armadans, A.; Cano Quintero, R. 2016 Producción de frutilla (*Fragaria spp.*) bajo microtúnel Libro de resúmenes. 39º Congreso Argentino de Horticultura –Santa Fe. pág. 036
- Batista, E.; Justianovich; S.; Lenscak, M.; Muscio, L.; Ocampo, F.; Tablada, L.; 2018. Sistema de cobertura para cultivos hortícolas. Resultados de evaluación a Campo. Período Septiembre- Noviembre 2018. Informe interno IPAF-CAPPA.
- Cantamutto, M. A.; Ayastuy, M.E.; Kroeger, I.; Mormeneo, I. 2001. Trasplante de melón en túnel bajo y con malla anti-heladas. XXIV Congreso Argentino de Horticultura. Jujuy.
- Ibarra J., L.; De la Rosa I., M. 2004 Comparación entre microtúneles con cubiertas de polietileno y polipropileno en pepino y pimiento con acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 133-139, 2004.



- Ibarra J., L.; Flores V., J. 1997. Acolchado plástico, cubiertas flotantes y desarrollo y rendimiento de sandía y calabacita. *Agrociencia* 31(1): 9-14.
- Lenscak, M. P.; Colombo, M. del H.; Cáceres, S. 2002. Evaluación de diferentes tipos de túneles y acolchados plásticos para el cultivo del zapallito de tronco (*Cucurbita maxima*, var. zapallito) en invierno. XXV Congreso Argentino de Horticultura. I Encuentro Virtual de las Ciencias Hortícolas
- Motsenbocker, C. E., Bonano, R. (1989). Row covers effects on air and soil temperature and yield of muskmelon. *HortScience*, 24 (4), 601-603.
- Panelo, M; Ortiz Mackinson, M. 2018. Sistemas hortícolas protegidos, riesgos laborales. Resúmenes. 40° Congreso Argentino de Horticultura. Córdoba
- Pereira, A.M.; Queiroga, R.C.F.; Pereira, F.H.F.; Silva, Z.L.; Santos, E.F. 2017. Characteristics of muskmelon fruits in relation to temporary row cover and the number of fruits. *Horticultura Brasileira* 35: 591-598. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170418>
- Rhoades, J. D; y Clark, M (1976): Electrical conductivity methods in use tat the U.S.Salinity Laboratory for characterizing salt-affected soils and waters. Contribution N0 640 del U.S Salinity Laboratory USDA, Riverside, California, 24 p.
- Rothman, M. S.; Sendra, N. M.; Alí, S. M.; Tabacchi, M. M.; Muller, C. A. 2016. Ensayo de cinco variedades de frutilla (*Fragraria x ananassa* Duch.), utilizando túneles bajos, en oro verde, Entre Ríos Libro de resúmenes. 39° Congreso Argentino de Horticultura –Santa Fe. pág. 037
- Stavisky, A.; Lenscak, M. P. 2016. Situación actual de la Plasticultura en Argentina. Conferencia. 39° Congreso Argentino de Horticultura: Valorización para nuevas oportunidades. – Santa Fe: Asociación Argentina de Horticultura.
- Wells, O. S., Loy, J. B. (1985). Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* 20 (5), 822-826.
- Wolfe, D. W.; Bell, D. 1987. Tomato yield response to row covers: a review. *Proc. Natl. Agr. Plast. Cong.* 20: 278-287.
- Wozniak, L.; Pagliaro, M.; 2013. Microtúnel modular para cultivos. Universidad Nacional de La Plata ISSN. 2250-5474