

ESTUDIO DE LA TEMPERATURA DEL SUELO EN UN INVERNADERO EN LA PATAGONIA ANDINA. MEJORA A TRAVÉS DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Alejandro D. González

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA), CONICET y UNCOMA, Centro Regional Universitario Bariloche, 8400 Bariloche, Río Negro. E-mail: gonzalezad@comahue-conicet.gob.ar

Recibido: 08/08/12; Aceptado: 03/10/12

RESUMEN: Se investigó la temperatura del suelo en el exterior y dentro de un invernadero, con el objetivo de encontrar mejoras a las condiciones existentes en los invernaderos de la región Andino Patagónica. Esta región se encuentra en la zona bioclimática VI, de clima muy frío. El cultivo de hortalizas, tanto en invernadero como en exterior, es posible y se obtienen producciones significativas en los meses de verano. Dada una irradiación solar alta en primavera, verano y otoño, el ambiente en los invernaderos alcanza temperaturas adecuadas en estas 3 estaciones. Sin embargo, se observan temperaturas de suelo muy bajas en la primavera, las cuales retardan el crecimiento de plantines y de cultivos. Se estudió un invernadero de 47 m² situado en el periurbano de la ciudad de Bariloche (RN). Se realizaron mejoras con aislamiento térmico en los laterales, bordes inferiores, y vereda perimetral, y se estudiaron los cambios respecto a la situación sin aislamiento. Se obtuvieron mejoras substanciales en las temperaturas del suelo en el otoño e invierno.

Palabras clave: Energía solar, Invernadero, Suelo agrícola, Patagonia Andina

INTRODUCCIÓN

La región cordillerana de la Patagonia, en la zona que incluye a las ciudades de Bariloche (RN), El Bolsón (RN) y Esquel (Chubut), presenta temperaturas medias anuales entre 5°C y 9°C, y grado-día (base 18) entre 3000 y 5000. Las lluvias son estacionales y concentradas en el invierno. A pesar del clima muy frío, esta región posee condiciones aptas y especiales para el cultivo de una amplia diversidad de productos agrícolas y agroindustriales. El ambiente seco en el período estival, la diferencia de temperaturas diurna y nocturna, y la calidad del agua, contribuyen a que los productos agrícolas de la región tengan condiciones organolépticas particulares. Por otro lado, las condiciones son óptimas para la agricultura con mínimo aporte de sustancias químicas sintéticas (Madariaga, 2009 y 2007). En un trabajo previo se detallaron las condiciones de cultivo de trigo en Golondrinas, Chubut, con rindes promedio de 3000 kg/ha con aporte de fertilización 7 veces menor al usual en la Pampa Húmeda, y sin uso de pesticidas (González et al., 2011).

En la región existen también producciones tradicionales de leguminosas (principalmente arveja y haba), papa, raíces (zanahoria, nabo, remolacha), ajo, y hortalizas verdes de diversas variedades (rúcula, coles, acelgas, lechugas). Estas se siembran en primavera, en su mayoría con producción de plantines en invernaderos en el mes de agosto. Por otro lado, dada la alta irradiación solar entre noviembre y abril (Grossi Gallegos y Righini, 2007), el potencial de producción de hortalizas y frutos en invernadero es muy alto. En la última década, la promoción y apoyo del INTA a las huertas familiares y de producción local dieron resultados notables, ampliando las posibilidades para las huertas locales de vender sus productos en mercados de la región (Madariaga et al., 2009).

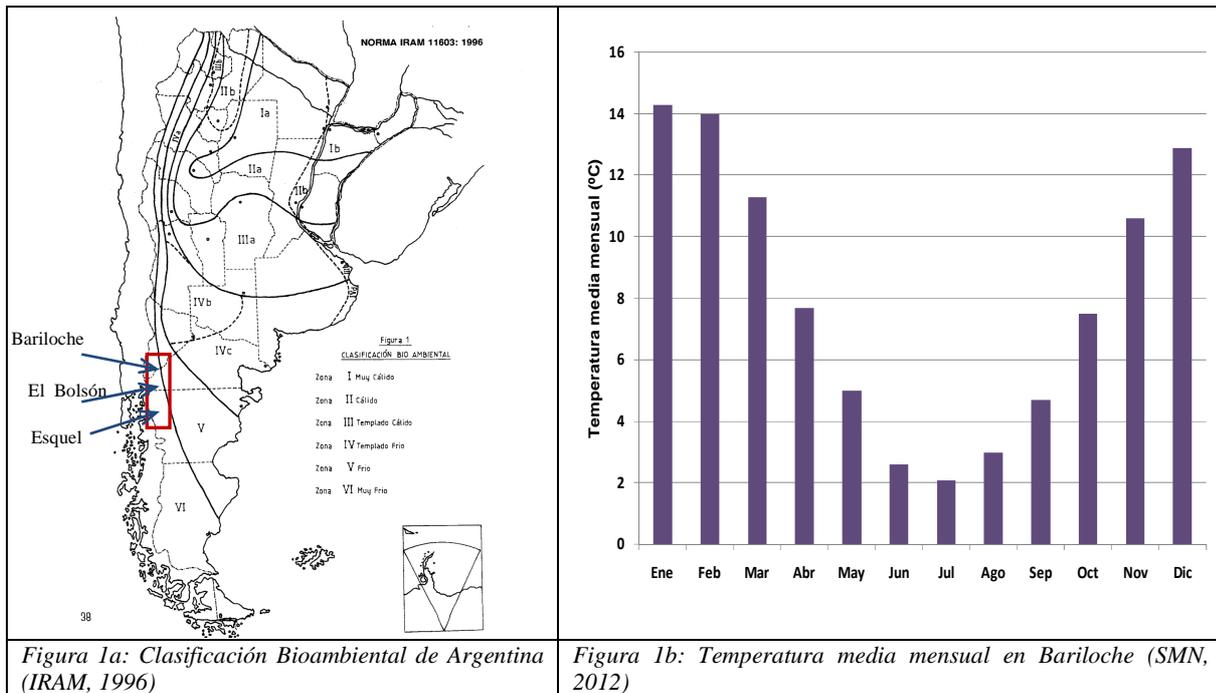
Los invernaderos son instrumentos relevantes en la producción agrícola, tanto para producción directa de vegetales, como de plantines, y de camas de enraizamiento para viveros forestales (García et al., 2004; Echazú et al., 2004; Iriarte et al., 2001). En zona fría, los invernaderos adosados cumplen además funciones de protección y acondicionamiento térmico en las envolventes (Ganem y Esteves, 2001). García et al. (2004) estudiaron en detalle las condiciones para camas de germinación y enraizamiento para nogal y algarrobo en invernaderos de Catamarca. En estos, las camas se encuentran levantadas del suelo para evitar las pérdidas de calor, y disponen de aporte de calor por circulación de agua caliente. Para la transferencia de calor en suelos se considera la dirección vertical. Esta aproximación es válida en zona de suelos con temperaturas medias relativamente altas (Iriarte et al., 2001), y con condiciones de humedad en suelos que disminuye la transferencia horizontal en el perímetro del invernadero. En ensayos en invierno en El Rosal, Salta, Echazú et al. (2004) encontraron temperaturas de suelo entre 13°C y 20°C dentro del invernadero, a pesar de tener mínimos de 2°C en el aire exterior. En los casos investigados en Catamarca y Salta, la gran amplitud térmica entre el día y la noche conduce a ganancias solares en el suelo que impiden las bajas temperaturas. Por el contrario, con temperaturas exteriores medias muy bajas durante todo el día, como veremos, el suelo exterior puede contribuir a la pérdida de calor a través del perímetro.

En el presente trabajo se estudió un invernadero en la Patagonia Andina, correspondiente a zona bioclimática VI, muy fría. En esta región, el aire del invernadero puede tener altas temperaturas diurnas, pero se reduce el desarrollo vegetal por las bajas temperaturas de los suelos durante la primavera y el otoño. Esta condición puede mitigarse a través de aislaciones térmicas en los laterales del invernadero. Dadas las grandes distancias de la región de estudio a los centros proveedores de alimentos, el aumento de la producción local puede tener alto impacto en la disminución de la energía y gases de efecto invernadero involucrados en el transporte y la logística, en especial en los productos de origen vegetal (González, 2010). El

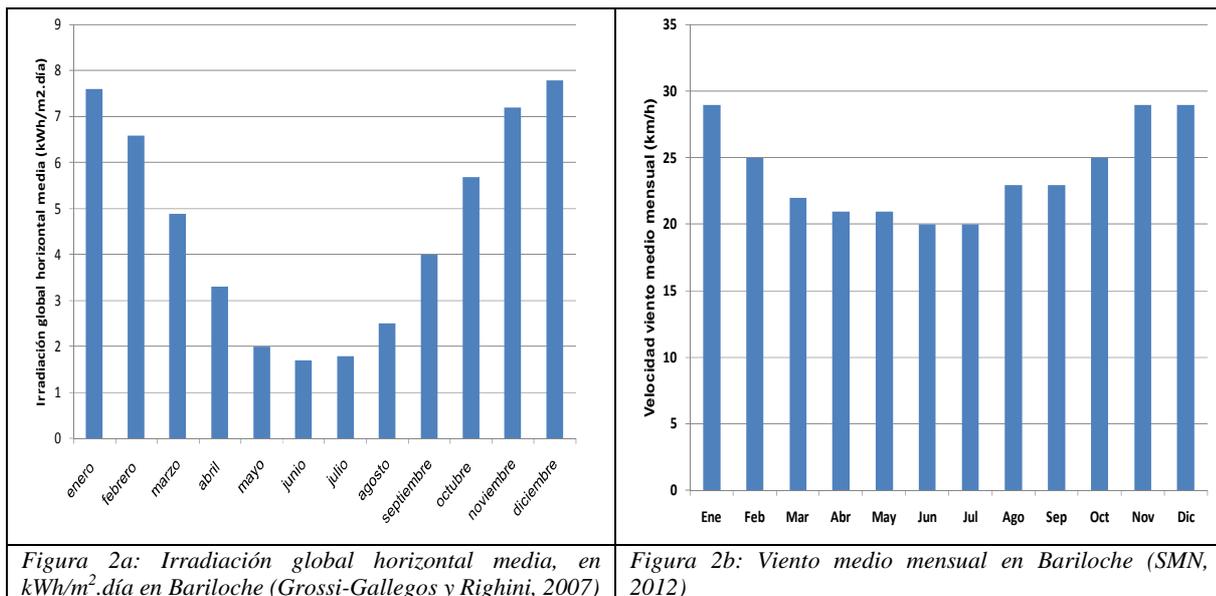
estudio de las condiciones de temperatura de suelos agrícolas en Bariloche y la consecuente mejora de invernaderos, son los objetivos principales de este trabajo.

ÁREA DE TRABAJO

La Figura 1a) muestra la gráfica de las zonas bioclimáticas de la República Argentina, según la Norma IRAM 11603 (IRAM, 1996). Se muestra la ubicación geográfica de Bariloche, El Bolsón y Esquel, y en color rojo el área de influencia del presente estudio. La Figura 1b) resume los valores de la temperatura media mensual correspondiente al período 1981-1990, de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2012). El gráfico muestra las bajas temperaturas medias que se tienen en la zona, que en los meses de verano se encuentran entre 12°C y 14°C. Además, durante sólo 5 meses del año se tienen temperaturas medias mensuales por encima de 8°C. Esta es la temperatura mínima de crecimiento vegetal favorecido para las hortalizas de temporada fría comunes en Bariloche (Jeavons, 1991). La temperatura de 8°C es la base para el cálculo del tiempo termal de hortalizas de clima frío, el cual es el número de grado-día diarios acumulados para el crecimiento.



La Figura 2a) muestra la irradiación solar media mensual para la zona de Bariloche. Los valores corresponden al Atlas de Energía Solar de la República Argentina (Grossi-Gallegos y Righini, 2007).



La Figura 2b) resume los valores de viento medio mensual en Bariloche, correspondiente al período 1981-1990 (SMN, 2012). Las condiciones de viento y temperatura media baja retrasan el crecimiento de cultivos sin protección. En invernaderos se evita el efecto directo del viento. Aunque los valores de irradiación solar entre los meses de mayo y julio son bajos, el aporte

de energía solar puede ser significativo en los meses fríos de la primavera y del otoño, como ya se mostró el uso de la cocción solar en esta región (González y Crivelli, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Características constructivas y mediciones

Se midieron las temperaturas en el aire y suelo de un invernadero en producción de hortalizas, y en el exterior. El invernadero tiene orientación norte, y está adosado a la vivienda. Las Figuras 3a) y 3b) muestran el interior del invernadero y la fachada norte. Este tiene forma de L, con un ancho constante de 2,70 m; y largo de 11,30 m en la dirección E-O, y de 6,3 m en la dirección N-S. La superficie total del invernadero es de 47 m², de los cuales 31 m² se encuentran en cultivo intensivo. En simultáneo con la medición de temperaturas de este trabajo, entre octubre de 2011 y abril de 2012 se cultivaron 100 plantas de tomate con una cosecha de 61 kg. El techo del invernadero es de chapa sinusoidal translúcida de resina de poliéster. Este mismo material también cierra el lado orientado hacia el oeste (parte superior de la Figura 3a). Los laterales con orientación norte y este están vidriados, con las aberturas montadas en una pared de mampostería de 0,80m de altura (Figura 3a).



Figura 3a: vista del invernáculo con 100 plantas de tomate en producción



Figura 3b: fachada norte

La envolvente de la vivienda que es interior al invernadero está compuesta de un muro de ladrillos cerámicos, revocado en la cara externa, y con 6 cm de aislación térmica de poliestireno expandido en la cara exterior, la cual se protege con aplicación de revestimiento de placa de yeso (pared color verde en las figuras 3a y 3b). La aislación de poliestireno expandido de la envolvente se prolongó 0,5m debajo del nivel de tierra, con la intención de aislar el encadenado de hormigón que es la base de la envolvente. En la cara interna de la envolvente se tiene cámara de aire de 2cm con revestimiento de placa de yeso. La transmitancia del muro compuesto es de 0,43 W/m²K. Las aberturas en la envolvente de la vivienda están provistas de cámara de aire de 1,5 cm, situada en el espacio entre un vidrio de 4 mm en el interior y plástico transparente de 150µm hacia el invernadero. La transmitancia de estas aberturas es similar a la que se obtiene con doble vidriado. Con esta configuración, la transferencia térmica entre el invernadero y el interior de la vivienda a través de la envolvente se encuentra muy reducida, por lo cual puede asumirse que el invernadero no recibe calor de la vivienda. De esta forma, las condiciones que originan un régimen particular de temperaturas en el invernadero son aproximadamente independientes del interior de la vivienda, y dependen de la irradiación solar, de las variables climáticas externas, y de las características constructivas del invernadero.

Entre los meses de abril de 2011 y julio de 2012 se midió la temperatura en 4 puntos característicos: 1) el aire del invernadero; 2) el suelo del invernadero, a 0,15 m de profundidad y a 1 m hacia el interior de la cara norte; 3) el suelo en el exterior también a 0,15 m de profundidad y a 1 m de la envolvente del invernadero; y 4) el aire exterior. Se utilizaron Datalogger TDL 2048, fabricados en el CAB-IB de la Universidad Nacional de Cuyo en Bariloche, de rango -40°C a 85°C, con apreciación mínima de 0,5°C; los cuales fueron utilizados previamente (González y Crivelli, 2008).

Rehabilitación térmica de la base perimetral

Además de estudiar las condiciones de temperatura de suelo y aire, en febrero de 2012 se realizó la mejora térmica del perímetro del invernadero. Los puentes térmicos en los perímetros pueden contribuir significativamente al enfriamiento del suelo de cultivo interior, tanto en perímetros conectados al exterior sólo por tierra como en aquellos de mampostería. El caso en estudio se sitúa en un terreno con pendiente. Para que no exista desmoronamiento, la base del perímetro debió realizarse en encadenado de hormigón sobre lecho ciclópeo de piedra y concreto. En la Figura 4a) se muestra el detalle del perímetro del invernadero antes de la rehabilitación térmica. Se observa que, además del puente térmico del suelo natural existe conducción a través del encadenado de base que afecta a la tierra de cultivo interior. Esta condición, como veremos, no es perjudicial en época estival, pero contribuye a enfriar la tierra y a retrasar los cultivos en primavera. En la región de interés a este trabajo, las condiciones del perímetro de un invernadero son desfavorables, aun cuando no se tengan encadenados o paredes. Esto se debe a que el ambiente exterior afecta a los bordes con temperaturas extremas del aire, que también afectan los primeros 0,15 m de suelo superficial y la germinación de plantas. Se verá que el aislamiento térmico del perímetro mejoró significativamente las condiciones de temperatura del suelo interior.

Se realizó un aislamiento térmico de 6 cm de poliestireno expandido en la pared, con revestimiento de placa cementicia tipo siding (Figura 4b), y en la base se rellenó con 0,15 m de espesor de piedra pómez, como muestra la Figura 4c). Este material se originó en la erupción del volcán Puyehue, Cordon Caulle, del 4 de junio de 2011, y actualmente cubre parcialmente las costas del Lago Nahuel Huapi. La densidad de la piedra pómez seca es de 290 kg/m^3 , y el coeficiente de conductividad térmica cercano a $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Gutiérrez y González, 2012). En la Figura 4d) se muestra el nivelado del material volcánico en la vereda perimetral. Además, se colocó un plástico de $150 \mu\text{m}$ sobre la piedra pómez, y encima del plástico se cubrió con 0,10 m de tierra, constituyendo una vereda perimetral de 0,80 m de ancho que aísla térmicamente el suelo y lo mantiene seco. De esta forma se obtuvo un continuo de aislación térmica en la pared y la vereda perimetral, evitando ambos puentes térmicos de la base del invernadero, uno por contacto del material ciclópeo y otro por la tierra superficial exterior. Este procedimiento se realizó en forma similar en la cara este del invernadero. En el oeste se realizó el mismo aislamiento pero en lugar de piedra pómez se usó poliestireno expandido de 5 cm de espesor (transmitancia similar a los 0,15 m de piedra pómez). Esta elección respondió a que ese sector se encuentra en pendiente.

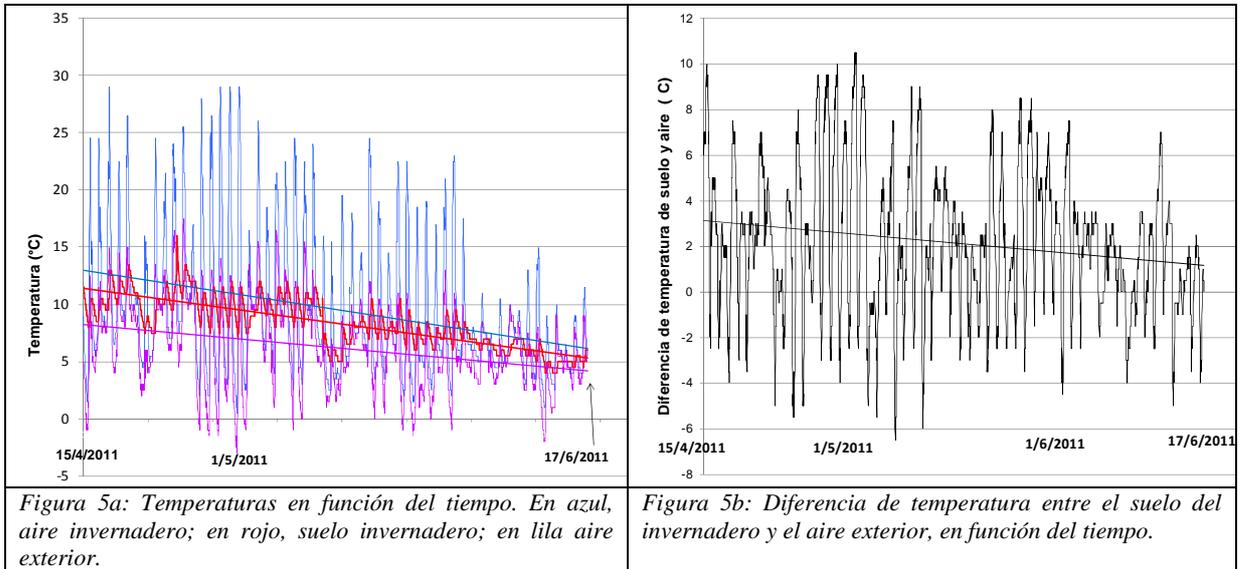
La rehabilitación se realizó en la primera semana de febrero de 2012, y en las secciones siguientes se distinguirán entonces los períodos anterior y posterior a las mejoras.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Período previo a las mejoras

En la Figura 5a) se muestra la medición de temperaturas del aire del invernadero (azul), del suelo del invernadero (rojo), y del aire exterior (lila), entre el 15/4/2011 y el 17/6/2011. Las rectas representan en cada caso la temperatura media resultante de la interpolación lineal. La temperatura del aire presenta grandes fluctuaciones entre las diurnas con irradiación solar y las nocturnas, y se refleja en la temperatura los días con nubosidad. En rojo se grafica la temperatura del suelo del invernadero, a 1 m del borde norte y a 0,15 m de profundidad. En la Figura 5a), nótese que el invernadero presenta temperaturas medias del aire bajas, algo superiores a las del suelo. Esto se debe a las temperaturas medias bajas mostradas en la Figura 1b), y a la influencia del viento (Figura 1c) a través de las infiltraciones.



En la Figura 5b) se muestra, para el mismo período de la Figura 5a, la temperatura del suelo del invernadero relativa a la temperatura del aire exterior. Se observa que la diferencia decrece, esto es, que la temperatura del suelo del invernadero disminuye más rápidamente que la temperatura exterior. De aquí se obtiene la primera inferencia de que el suelo del invernadero está afectado de una pérdida de calor que puede estar relacionada con la transferencia al exterior en el perímetro.

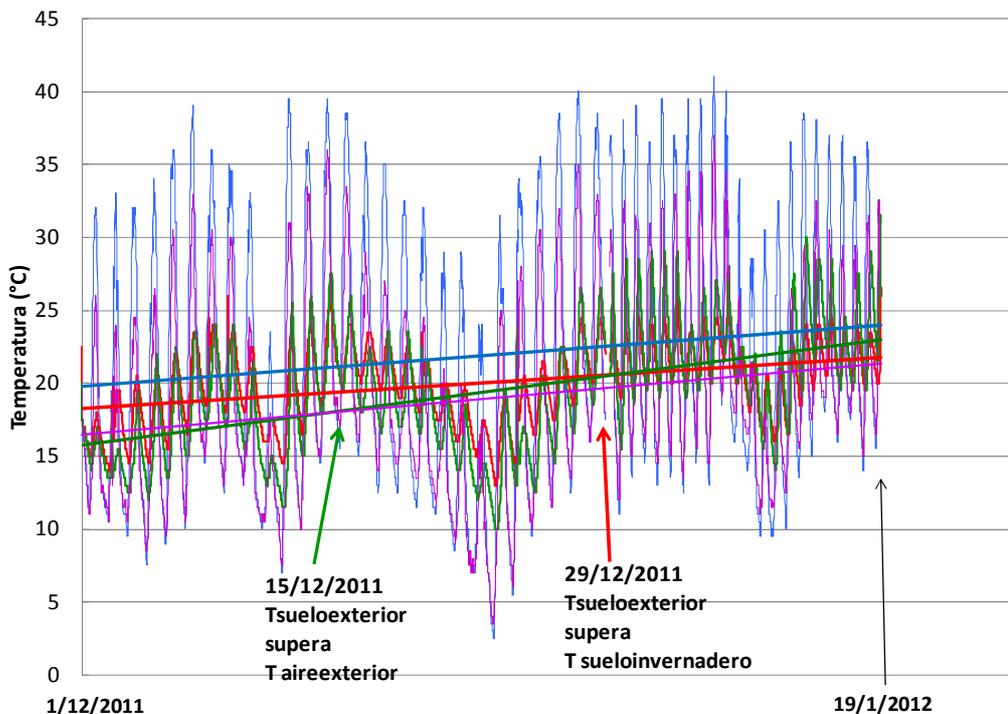


Figura 6: Temperaturas en función del tiempo para diciembre 2011 y enero de 2012. En azul, aire del invernadero; en rojo, suelo del invernadero; en verde, suelo exterior; y en lila aire exterior. Las rectas indican los ajustes lineales.

En la Figura 6 se grafica la temperatura en el período de primavera y comienzo de verano, del 1/12/2011 al 19/1/2012. En azul se muestra la temperatura del aire del invernadero, en rojo el suelo del invernadero, en verde el suelo exterior, y en lila el aire exterior. La temperatura del suelo exterior se midió a 1m del perímetro del invernadero y también a 0,15 m de profundidad. De esta forma se tienen las temperaturas del suelo en puntos equidistantes del borde, dentro y fuera del invernadero. Al igual que en la Figura 5a, las rectas representan las temperaturas medias obtenidas con la interpolación lineal. A comienzo de diciembre, en el exterior, el suelo se encuentra más frío que el aire, al igual que en el interior del invernadero.

En la Figura 6 ocurren dos eventos interesantes: 1- la temperatura media del suelo exterior supera a la del aire exterior alrededor del 15/12, y 2- la temperatura del suelo exterior supera a la temperatura del suelo del invernadero alrededor del 29/12. A partir de esta fecha, el suelo exterior está en mejores condiciones de cultivo que el del invernadero, aunque la temperatura del aire sea menor en el exterior. Esta es la segunda inferencia de que existen fenómenos de pérdida de calor en el suelo del invernadero, complementando lo mencionado para la Figura 5b.

Nótese también que la temperatura del suelo del invernadero aumenta con menor pendiente que las del aire interior y exterior, y que la del suelo exterior. Estos resultados, junto a que la temperatura del suelo del invernadero en setiembre y octubre se mantuvo por debajo de 15°C, llevaron a decidir la rehabilitación del perímetro. En la sección siguiente se analizan los resultados con las modificaciones ya mencionadas.

Resultados luego de las mejoras en el perímetro

Para evaluar los efectos de la rehabilitación térmica se midió la temperatura en el aire y el suelo, en el período de otoño e invierno de 2012. En la Figura 7 se muestran los resultados: en rojo, suelo del invernadero; en verde, suelo exterior; en lila, aire exterior; y en línea azul la media del aire del invernadero. No se muestra en detalle este último para hacer más clara la representación gráfica. Las temperaturas medias mensuales del exterior están de acuerdo con las históricas descritas en la Figura 1b).

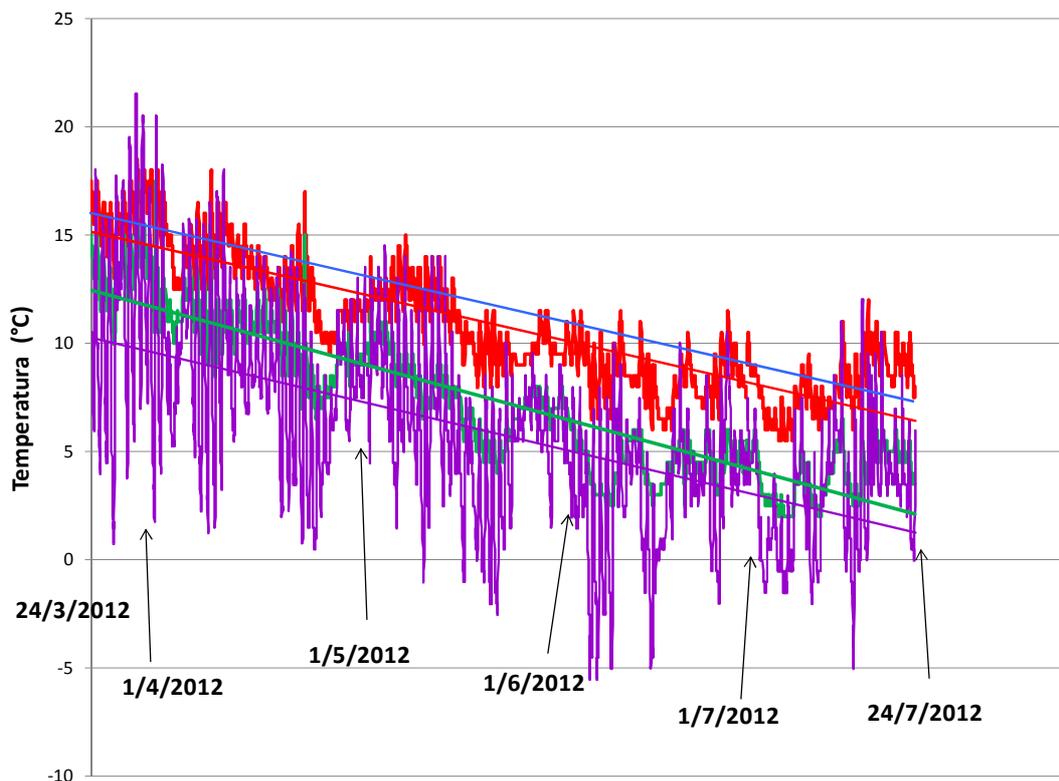


Figura 7: Temperatura en función del tiempo para otoño e invierno de 2012. En línea azul, la temperatura media del aire del invernadero; en rojo, suelo del invernadero; en verde, suelo exterior; en lila, aire exterior.

Se observa que la temperatura del suelo exterior disminuye con mayor pendiente que las demás, aunque, en este período, se mantiene por encima de la temperatura del aire exterior. Como es de esperar, las fluctuaciones de la temperatura del suelo son mucho menores a las observadas para el aire. En la Figura 7 se muestran 122 días de medición. Pueden observarse las variaciones diarias en las líneas verticales para cada día. Los máximos y mínimos de las fluctuaciones de menor frecuencia corresponden a variaciones de períodos semanales o mensuales. La magnitud de estas variaciones es similar en el suelo interior y en el suelo exterior, y la posición de los máximos y mínimos acompañan similares variaciones de la temperatura del aire exterior. El mes de julio es históricamente el más frío en Bariloche (Figura 1b). En este mes la temperatura media del suelo del invernadero disminuyó hasta 6,5°C, mientras que en el suelo exterior disminuyó hasta cerca de 2°C.

Esta diferencia de 4,5°C es muy importante para la manutención de plantas en invierno, que con buen enraizamiento tendrán una producción temprana en primavera. Este es el caso de las acelgas, espinaca, y coles, que se trasplantan en invernadero en otoño con esa finalidad.

Para una comparación cuantitativa se calculó la diferencia de las temperaturas de los suelos con respecto a la temperatura del aire exterior. El resultado de estas diferencias se grafica en la Figura 8. En color rojo se grafican las diferencias entre la temperatura del suelo del invernadero y el aire exterior, y en verde entre el suelo exterior y el aire correspondiente. Las rectas representan los valores medios obtenidos por interpolación lineal de las diferencias. Para el suelo del invernadero la diferencia con el aire exterior aumenta ligeramente, mientras que el suelo exterior disminuye su temperatura a medida que disminuye la temperatura exterior.

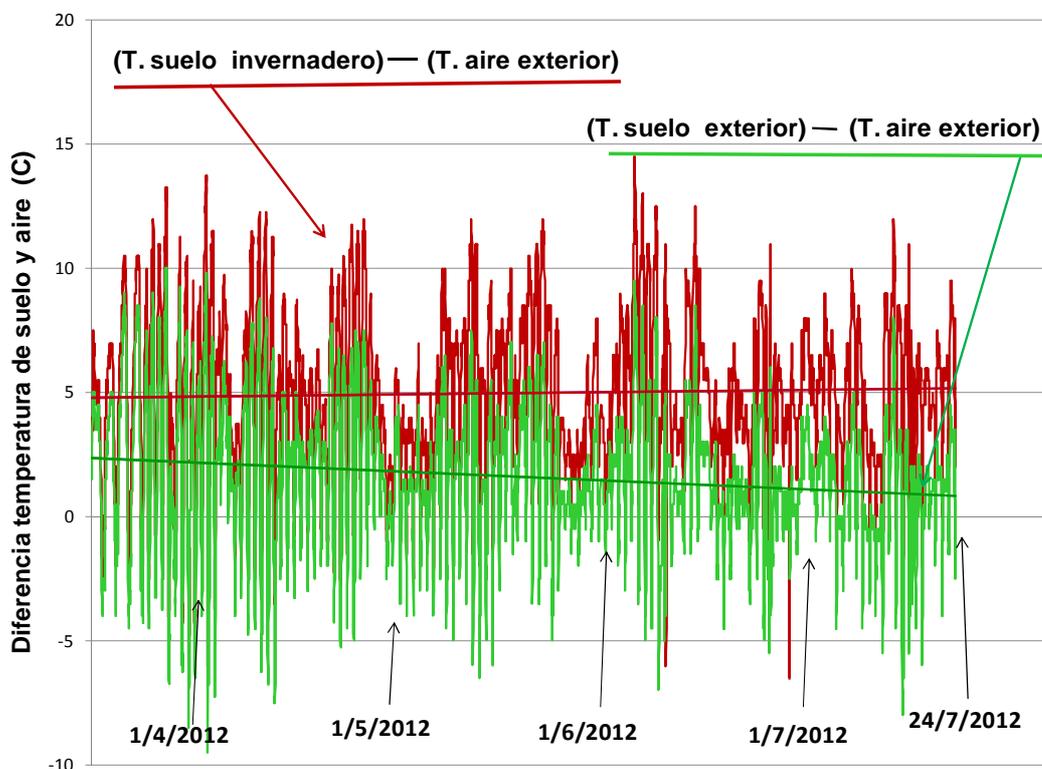


Figura 8: Diferencia de temperatura del suelo y aire en función del tiempo, con el invernadero rehabilitado

Las fluctuaciones de las diferencias graficadas en la Figura 8 reflejan las grandes fluctuaciones de la temperatura del aire exterior. El valor de la diferencia de temperatura para el suelo exterior, y su tendencia decreciente, son similares a las observadas en la Figura 5b para el suelo del invernadero en el otoño de 2011, período anterior a la rehabilitación térmica del perímetro.

Sin la rehabilitación térmica el suelo del invernadero se encontraría en temperaturas más bajas y con tendencia decreciente con respecto a la temperatura exterior. En trabajos futuros se mostrarán los resultados para la primavera y verano de 2012, y se compararán con los de la Figura 6 obtenidos sin mejoras térmicas.

CONCLUSIONES

Se estudió un invernadero adosado a una vivienda del periurbano de la ciudad de Bariloche (a 800 m.s.m. en zona bioclimática VI), con énfasis en las condiciones de temperatura del suelo para una mejor producción de hortalizas. Se midió la temperatura del suelo y del aire desde marzo de 2011 a febrero de 2012, y las correspondientes temperaturas en el ambiente exterior. Se encontraron temperaturas bajas en el suelo del invernadero en primavera; más aun, durante la disminución de temperatura exterior en otoño de 2011 se observó una disminución en el suelo del invernadero con respecto a la temperatura exterior.

Se realizó entonces una rehabilitación térmica del perímetro inferior del invernadero, aislando térmicamente el muro de 0,80 m de altura, y la base, evitando así los puentes térmicos en la estructura y el terreno. Además, se realizó la aislación térmica de la vereda perimetral. Se midieron las temperaturas de suelo y aire en el otoño e invierno de 2012 para evaluar las mejoras. Se obtuvo una diferencia significativa de la temperatura del suelo del invernadero con respecto al suelo exterior. Esta diferencia alcanzó los 4,5°C en el mes más frío del año (julio). Por otro lado, la diferencia de temperatura del suelo del invernadero con respecto al aire exterior tuvo un valor constante de 5°C entre abril y agosto de 2012. Esto resultó una mejora notable respecto de la disminución de hasta 1°C medida sin mejora térmica en el otoño de 2011 (Figura 5b). Se continuará el programa de mediciones en la primavera para determinar las ventajas en época de crecimiento de cultivos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al técnico Darío Vera por la realización de la rehabilitación térmica del invernadero. El presente trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto PIP 114 200801 00107 del CONICET, y por el proyecto B155 "Problemáticas ambientales en norpatagonia andina: riesgos y oportunidades" de la Universidad Nacional del Comahue.

REFERENCIAS

- Echazú R., Quiroga M., Saravia L., Astudillo C., Palacios A. (2004). Diseño, construcción, y primeros ensayos de invernadero en El Rosal, Provincia de Salta. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 8, 02.43-02.48
- Ganem C., Esteves A. (2001). Invernadero adosado: tecnología solar para acondicionamiento térmico de viviendas y obtención de hortalizas y forrajes en comunidades de bajos recursos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 6, 02.19-02.24
- García V., Iriarte A., Lesino G., Flores S., Matías C., Tapia A. (2004). Cámara bioclimática para producción de plantines injertados de nogal y propagación de algarrobo. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 8, 2.49-2.53
- Gutiérrez J.A., González A.D. (2012). Determinación experimental de conductividad térmica de materiales aislantes naturales y de reciclado. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (enviado)
- González A.D., Tognetti C., Van den Heede S. (2011). Beneficios ambientales del uso de paja de cereal para muros en edificios de la Patagonia Andina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 15, 7.55-7.63
- González A.D. (2010). Contribución de la producción y transporte de alimentos al cambio climático: eficiencia calórica y proteica de distintos grupos de alimentos. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 25, 29-37
- González A.D., Crivelli E.S. (2008). Uso de cocinas solares en las condiciones climáticas de Bariloche: resultados de primavera y verano. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 12, 3.23-3.30
- Grossi Gallegos H., Righini R. (2007). Atlas de energía solar de la República Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología y Universidad Nacional de Luján
- IRAM (1996). Norma IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Disponible en: <http://procesosconstructivos.wordpress.com/2011/08/22/pc2%E2%80%A2ficha-n%C2%BA2-%E2%80%A2-norma-iram-11-603>
- Iriarte A., García V., Saravia L. (2001). Modelo para la predicción de pérdidas nocturnas y necesidad de calefacción de invernaderos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 5, 2.55-2.60
- Jeavons J. (1991). Cultivo biointensivo de alimentos. Ed. Ecology Action
- Madariaga M. (2009). Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los valles cordilleranos. *Revista Presencia* 53, 16-20. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/sistema-de-soporte-de-decisiones-para-la-produccion-agricola-de-valles-cordilleranos-patagonicos-ssd>
- Madariaga M., Ojeda J., Castagnetto A. (2009). Intercambio de semillas. El caso de Bariloche. *Revista Presencia* 54, 40-43. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/intercambio-de-semillas.-el-caso-de-la-feria-de-semillas-de-bariloche/>
- Madariaga M. (2007). La agroindustria en Bariloche: principales características. *Revista Presencia* 51, 30-35. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/la-agroindustria-en-bariloche>
- SMN (2012). Servicio Meteorológico Nacional. Climatología, datos estadísticos. Disponible en: <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=R%EDo%20Negro&ciudad=Bariloche>

ABSTRACT: The aim of this work is to study improvements in greenhouses for horticulture production in a very cold region of the Andean Patagonia. In this area, horticulture in greenhouses, as well as in open air is possible and fair harvests are achieved in summer. Given the high solar irradiance in fall and spring, greenhouses reach high temperatures in at least three seasons; however, soil temperature in greenhouses is usually low in autumn and spring, retarding plant growth. Thermal insulation in walls, lower borders and external side walk was realised in a 47 m² greenhouse attached to a house in the suburbs of Bariloche city, and the change in temperatures studied. Substantial improvements in greenhouse soil temperature were found for autumn and winter after the refurbishment.

Keywords: Solar energy, Greenhouses, Agricultural soils, Andean Patagonia