

**INVERNADERO ANDINO EN NAZARENO, PROVINCIA DE SALTA**  
Quiroga M<sup>1</sup>., Saravia L<sup>2</sup>., Echazú R.<sup>1</sup>

INENCO<sup>3</sup>  
Universidad Nacional de Salta  
Buenos Aires 177 - 4400 Salta - República Argentina  
E-Mail : echazur@ciunsa.edu.ar , FAX 54-87-255489 -

## RESUMEN

El presente trabajo presenta el diseño y construcción de un invernadero tipo andino, destinado a la huerta de la Escuela de la localidad de Nazareno, Dpto. Santa Victoria – Provincia de Salta. a 3050 m s n m. El invernadero se construye en la ladera de una montaña, cuenta con dos cuerpos, cada uno de los cuales se ubicó en un nivel en sendas terrazas cavadas en la ladera. En la zona se encuentran funcionando numerosos invernaderos, se tomó como base para el diseño uno de los modelos del lugar al que se incorporaron diferentes mejoras. Para el funcionamiento térmico más eficiente, los muros divisorios internos del invernadero, se construyeron de piedra, en lugar del adobe usual. Se incorporó una mayor superficie de ventanas, con cerramientos que permiten una mayor circulación de aire y agilizan las maniobras de apertura y cierre. Se coloca además una cortina de media sombra, corrediza. Actualmente se ha concluido la construcción de las paredes envolvente y muros interiores.

## INTRODUCCIÓN

La localidad de Nazareno, se encuentra a una distancia aproximada de 500 Km. De la ciudad de Salta, pero sin camino de comunicación directa; se accede mediante un rodeo hasta la localidad de La Quiaca, Provincia de Jujuy, y desde allí se viaja por camioneta 4 hs, totalizando 12 horas de camino, desde Salta, Capital.

Nazareno es una típica localidad de Puna, enclavada en las laderas de 2 cerros, es una pequeña población de 700 habitantes; cuenta con una escuela, que recibe aproximadamente 200 niños locales y de lugares cercanos, en jornada doble, con desayuno y almuerzo incluidos.

No se encuentran registros climáticos, pero por su altura sobre el nivel del mar, y las características de su vegetación, se aprecia que su clima es muy seco, con una gran amplitud térmica, alta radiación, medida en un máximo de 970 w/m<sup>2</sup>, el 21 de junio, son frecuentes fuertes vientos fríos, de dirección sur y viento norte, seco, cálido y con ráfagas de alta velocidad, predominantemente en invierno. Las precipitaciones estacionales, concentradas entre diciembre y marzo, estimada en unos 400 mm anuales

La producción local es agrícola – ganadera de subsistencia, basada en la cría de animales, fundamentalmente ovinos y caprinos y el cultivo de papas y maíz, durante el verano, para su consumo todo el año. Durante el verano se cultivan intensivamente huertas familiares.

En los últimos años diferentes O.N.G. han promovido la construcción de pequeños invernaderos para uso familiar de alrededor de 50 m<sup>2</sup>, destinados a la producción de hortalizas durante todo el año. En la actualidad se encuentran funcionando 25 invernaderos en el pueblo (1 cada 28 personas).

Entre los problemas más frecuentemente detectados :

- Presentan orientaciones diversas, determinadas principalmente por la topografía y ubicación del terreno
- Las aberturas son muy pequeñas, con cerramientos precarios, o caso contrario cerradas en forma permanente, con adobe y barro.
- Los plásticos de los techos a menudo se encuentran sueltos o mal amarrados.
- La mala ventilación sumada a la alta radiación producen en verano temperaturas excesivas, por lo que los lugareños han optado por cubrir los techos parcialmente con franjas de barro permanentes, con efecto contraproducente en invierno.
- En términos generales, no tienen buena acumulación de calor, en invierno son muy fríos sobretodo a la mañana, y en verano son excesivamente calientes, produciendo daños en la vegetación.
- Uno de los problemas principales, está dado por las características culturales de los usuarios de los invernaderos, quienes no han incorporado el concepto de que las condiciones ambientales del invernadero requieren manejo, entre otras cosas, tienden a dejar las aberturas permanentemente abiertas o cerradas.

---

<sup>1</sup> Personal del Consejo de Investigación de la UNSa

<sup>2</sup> Investigador del CONICET

<sup>3</sup> Instituto UNSa - CONICET

Existe entre una gran inquietud, entre los pobladores, por solucionar los problemas frecuentes que se presentan en los invernaderos, tanto desde el punto de vista agronómico, como constructivo y operativo.

En este contexto un grupo de estudiantes y docentes de la Carrera de Ciencias de la Educación de la UNSa, mediante un proyecto financiado por Centro de Estudios e Investigación en Estrategias Alternativas (C.E.I.D.E.A) con asesoramiento de personal de INENCO, encaró conjuntamente con personal directivo, padres y alumnos de la Escuela de la localidad de Nazareno la construcción de un invernadero y la capacitación específica para su operación y cultivos dirigida a docentes, alumnos y comunidad en general. El invernadero está destinado a proveer hortalizas todo el año al comedor escolar

### **CONSIDERACIONES GENERALES – DISEÑO**

El invernadero sigue el modelo de techo a un agua, tomando como base un modelo local en funcionamiento, al que se incorporaron algunas modificaciones para mejorar principalmente su funcionamiento térmico:

- Para mejorar la ganancia de radiación particularmente en invierno, el invernadero se situó en la ladera norte de un cerro, con el eje mayor en dirección este oeste y a resguardo de los vientos predominantes
- Para el mejor aprovechamiento del terreno se construyeron dos naves cada una en un nivel del terreno excavado a modo de terraza en la montaña.
- Los muros internos, divisorios ubicados al sur de cada nave, se construyeron de piedra, lo que contribuye a aumentar la acumulación térmica dentro del invernadero.
- Se incorpora mayor superficie de ventanas con estructura robusta, plástico doble y un sistema de cierre que disminuye las infiltraciones de aire, permitiendo apertura rápida y graduable. Ventanas altas para extracción del aire caliente.
- Se incorpora el uso de una cortina de media sombra rebatible, para disminuir las pérdidas nocturnas en invierno y disminuir el ingreso de radiación al invernadero, en verano.
- Al sur de la segunda nave, siguiendo con las características constructivas de algunos invernaderos del lugar, se construyó una cámara oscura cuya función es actuar como recinto aislante hacia el sur, en invierno y como zona de intercambio de aire y enfriamiento en verano.

Cada nave consta de una superficie de 11,4 x 4 m, se ubican a continuación una de la otra, con un muro divisorio en común, la nave del nivel superior, se comunica con una cámara oscura posterior, tal como muestra la figura 1. El techo a un agua, tiene una pendiente del 20 %, con cubierta plástica y estructura de caño de 50 mm de diámetro y 1.2 mm de pared, y una distancia de 1.4 m entre caños

### **PAREDES**

Las paredes envolventes son de adobe de 30 cm de espesor, con cimientos de piedra y los muros de separación interna son de piedra con 40 cm de espesor. Todas las paredes poseen encadenado superior con estructura de hierro.

La nave A se encuentra en el nivel inferior, su pared posterior (sur), sin aberturas, la separa de la nave B. Este muro de piedra está vinculado y parcialmente apoyado hasta 1.2 m de altura en la falda de la montaña que asciende a modo de escalón hasta el nivel de la nave superior (B) y sirve de apoyo a la estructura del techo de ambas naves.

La nave (B) tiene los mismos espesores de pared y características constructivas que la del nivel anterior, el muro sur, de piedra, la separa de la cámara oscura (C) de 1.2 m de ancho por el largo del invernadero. Las figuras 1 y 2 ilustran la descripción anterior.

La cámara oscura (C) se comunica con la nave B del invernadero a través de aberturas en dos niveles y una puerta en el muro de piedra, sus paredes son de adobe, con techo de palos, cañas y paja. Será utilizada como depósito de herramientas y lugar de preparación del compost orgánico para abono de la huerta.

### **VENTILACIONES, CERRAMIENTOS Y CUBIERTA**

La nave (A) tiene al norte 4 ventanas pequeñas (0.6 x 0.4 m) ubicadas en el sector más bajo de la pared; centrada en la pared Este se ubica una ventana de 0.32 m<sup>2</sup> a una altura de 1.2 m del nivel del suelo y una ventana alta de 0.4 x 0.4 m en el sector más alto del invernadero En la pared oeste se ubica la puerta de entrada (0.7 x 1.8 m)

La nave (B) posee ventana y puerta similares sobre sus paredes este y oeste y cuenta además con 8 ventanas de 0.4 x 0.4 m (4 Superiores y 4 inferiores sobre la pared de piedra además de la puerta que comunica con el recinto posterior (C).

El techo es de polietileno tipo LDT de 150 micrones. Los plásticos de ambas naves se vincularán la pared central de piedra, según esquema de figura 3, En la pared norte de la nave A y en la pared sur de la nave B se empotraron en la pared de adobe bulones con las roscas hacia afuera (hacia norte y sur respectivamente) sobre estas paredes se tensará y fijará el plástico mediante, una pieza de madera perforada ajustada mediante tuercas, según muestra figura 4. Sobre las paredes este y oeste, el plástico se fijará con una mezcla de barro y piedras, según las costumbres del lugar.

### **CONTROL DE RADIACIÓN Y TEMPERATURA**

Por tratarse de una región de gran altitud con grandes intensidades de radiación, se producen frecuentes daños por quemaduras en el follaje de la vegetación; por lo cual, es indispensable proteger las plantas en las horas de mayor radiación,

principalmente en verano. A su vez es necesario reducir las pérdidas radiativas en las noches invernales. Para satisfacer ambos requerimientos se colocará una malla de media sombra corrediza. Que permite cubrir el invernadero para proteger las plantas en ambas situaciones.

La puerta lateral, y las ventanas permiten establecer una corriente de aire que reduce la temperatura dentro del invernadero en caso de ser necesario.

El recinto al sur (C) herméticamente cerrado aísla térmicamente el invernadero, evitando el enfriamiento excesivo en los períodos de bajas temperaturas. A su vez en verano se abren las ventanas de comunicación con la nave B, de modo de que se establezca una circulación convectiva; circulando hacia la cámara el aire caliente por las ventanas superiores siendo reemplazado por un ingreso de aire frío por las ventanas inferiores.

Parte de la energía que ingresa al invernadero durante el día, se acumula en las paredes, particularmente en las de piedra que se encuentran al sur de ambas naves, las paredes entregan durante la noche, al ambiente del invernadero, el calor acumulado.

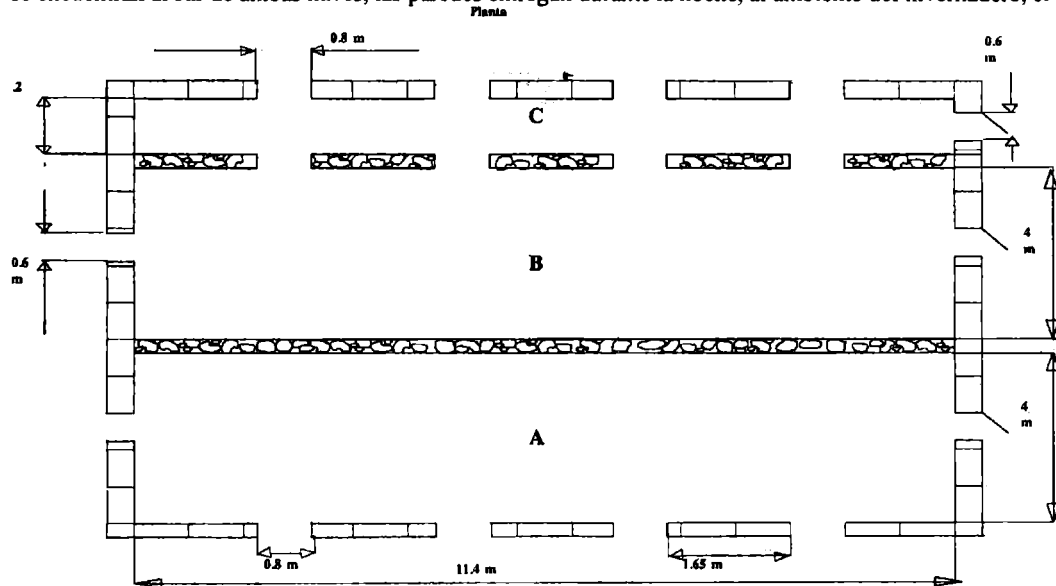


Fig 1  
Figura 1 - Planta del invernadero

**CORTE**

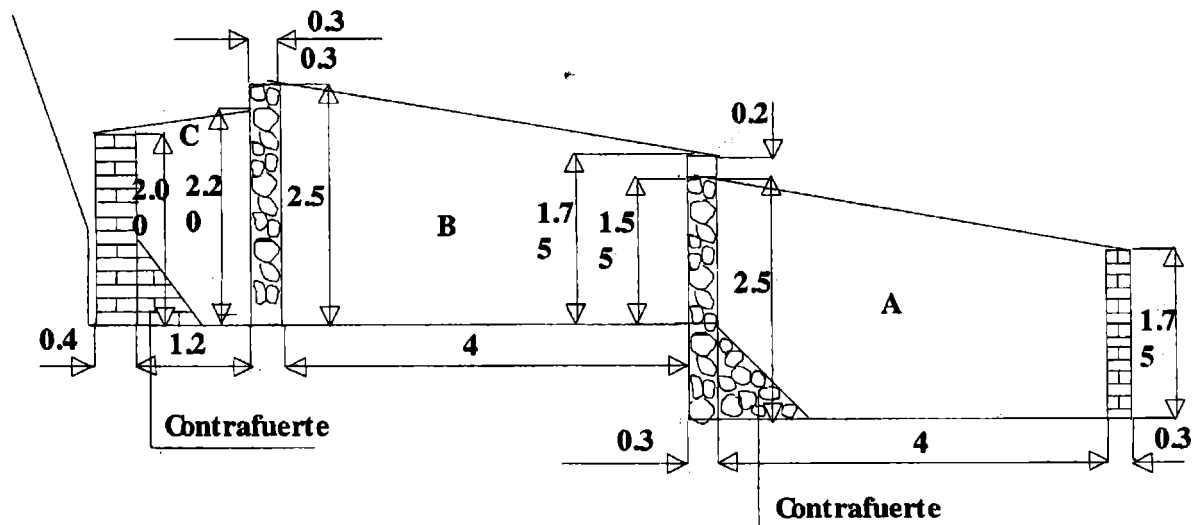


Fig 2

Figura 2 - Detalle Corte N-S

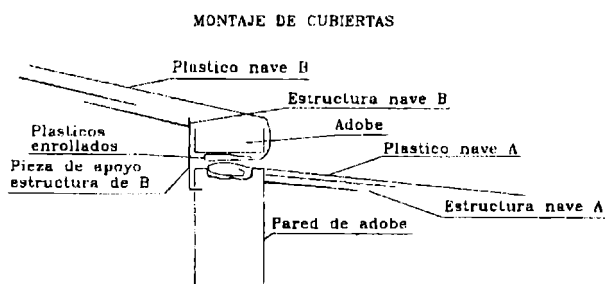


Figura 3 – Detalle amarre de cubierta – Pared central

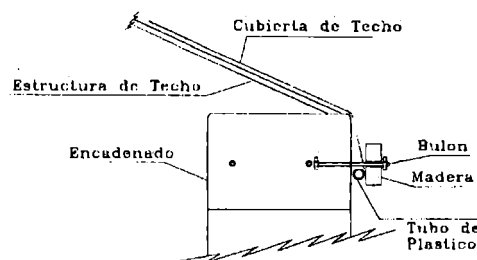


Figura 4 – Detalle amarre de cubierta pared N y S

## COSTOS

Tabla 1 - Costos

ELEMENTOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
Piedra	19	m 3	11.00	209.00
Áridos	3.00	m 3	14.00	42.00
Cemento	10.00	bolsas	7.50	75.00
Hierro	10.00	barras	3.5	35.00
Alambre	9.00	Kg.	3.00	27.00
Adobes de 20 x 40 x 10 cm	2500	U	0.13	325.00
Caño de 50 mm x 1.2 mm	12.00	piezas	12.00	144.00
Bulones de 3/8 " x 3"	100.00	U	0.75	75.00
Madera puertas y ventana				100.00
Listones de madera de 2 " x 1"	25	m	1.45	65.25
Caño de polietileno de 1/2"	40.00	m	0.60	24.00
Media sombra	100.00	m 2	1.08	108.00
Mano de Obra				500.00
<b>TOTAL</b>				<b>1729.25</b>

## ASPECTOS AGRONÓMICOS Y CAPACITACIÓN

El objetivo principal del invernadero es suplementar la dieta en alimentos ricos en fibras y vitaminas, particularmente de la población infantil que concurre a la escuela del lugar.

Mientras se cumplen las etapas constructivas, se realiza la capacitación a docentes, alumnos de la Escuela y a la comunidad en general. Se trabaja sobre diferentes aspectos referidos al conocimiento del diseño, funcionamiento y manejo del invernadero, las especies hortícolas y la huerta orgánica en general. La tarea de capacitación incluye el asesoramiento y apoyo posterior, tanto en los aspectos agronómicos como mediciones y manejo térmico.

## CONCLUSIONES

El invernadero se encuentra en construcción, se están terminando de las paredes y próximamente se colocarán los plásticos de cubierta y los cerramientos.

El diseño constructivo, contempla la mejora del invernadero en aspectos térmicos mediante diferentes elementos:

Se incorporan muros de piedra internos, en otros invernaderos ya existentes estos muros se construyen de adobe, reemplazándolos por muros de piedra, se espera aumentar la acumulación térmica en el invernadero. Se ubica al sur de cada nave, de modo que la radiación que atraviesa la cubierta incide directamente en él.

Por otra parte se incrementó el número de aberturas, se construyen ventanas bajas al norte y altas cercanas al techo en la nave A, para crear una corriente de aire, que extraiga rápidamente el aire caliente del invernadero. La nave B, se comunica al sur con una cámara oscura posterior, comunicada por aberturas en dos niveles (contra el techo y cercanas al suelo), para crear una corriente convectiva, que lleve hacia la cámara oscura el aire caliente del invernadero, el que se reemplaza por ingreso de aire fresco por la parte inferior proveniente de la misma cámara. La misma cámara oscura, cerrada lo más herméticamente posible, aísla térmicamente la nave sur.

Se incorporó además una cortina corrediza de media sombra, para reducir el ingreso de radiación en verano y disminuir las pérdidas nocturnas en invierno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Reboratti Carlos, "Las naturaleza y el Hombre en la Puna", Proyecto GTZ – Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. Salta 1994  
 Zanabria Pacheco P., Doria Rico J., " Invernaderos Andinos para Cultivos Hortícolas en el Cusco – Perú" – 16 ° Reunión de ASADES – 7° Congreso ALES, La Plata 1993 pp 467 -476