

FORRAJE VERDE *HIDROPÓNICO*



Construcción de estructura de madera para producción de forraje hidropónico

Patricio Abarca Reyes,
Ing. Agr. Mg. INIA Rayentué.
Cristian Aguirre Aguilera,
Ing. Agr. INIA Rayentué.
Jorge Carrasco Jiménez,
Dr. Ing. Agr. INIA Rayentué.
Luis Silva Rubio,
Téc. Agrícola, INIA Rayentué.

1

1. INTRODUCCIÓN

Los productores en Chile de las áreas de secano, se están encontrando con problemas en la producción de forraje para la alimentación de sus animales, derivados de la escasez de agua que se ha producido en los últimos años, que han afectado el establecimiento y crecimiento de las praderas. Es por ello que el forraje verde hidropónico, resulta ser una alternativa interesante, como alimento complementario para animales como ovinos, caprinos, bovinos, equinos, aves, conejos, y otros.

El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de semillas de leguminosas (alfalfa) y gramíneas (trigo, avena, cebada, maíz), que se realiza captando la energía del sol y absorbiendo los nutrientes disueltos en una solución hidropónica (agua y nutrientes), en ausencia de suelo. En la zona central de Chile, tiene un ciclo de producción de 18 a 20 días, donde las plantas alcanzan un altura de 20 a 25 cm de altura.

Se produce en bandejas de plástico, ubicadas sobre una estructura de metal o de madera. En cada una de ellas se colocan entre 300 y 330 gramos de semillas de gramíneas y al cabo de 18 a 20 días, cada bandeja con semilla, se convertirá en una masa forrajera de 2 a 3 kg, consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas, y restos de semillas), lo que constituye un alimento de gran valor, por poseer proteína, vitaminas, energía, y minerales. Este cultivo se puede producir bajo un pequeño invernadero, que permite una protección contra las bajas temperaturas, además de la exposición al sol y lluvias.

La obtención de forraje verde hidropónico, implica la selección, el lavado, pregerminación, germinación, siembra de semillas en bandejas, y riego de las siembras por aspersión con una solución nutritiva, que contiene macro y micronutrientes solubles en agua.

La producción de forraje hidropónico, requiere de bandejas sobre las cuales se realiza la siembra de semillas germinadas. Estas bandejas deben ir ubicadas sobre una estructura especialmente diseñada para sostener entre 25 a 30 bandejas, permitiendo colocar sobre ellas riego por aspersión con tamaño de gota fina, logrando una gran eficiencia en el uso del agua, y reduciendo la mano de obra para su producción.

2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En el presente informativo técnico se propone una estructura de madera, adecuada para la agricultura familiar campesina, ya que permite la producción de 30 bandejas en forma simultánea, de fácil construcción, y por ser de madera es de bajo costo. Para la fabricación de ella, se deben seguir las siguientes etapas:

Etapa 1:

Construir dos rectángulos con madera de pino de 2" x 2". Cada rectángulo con una dimensión externa de 1 m (100 cm) x 2 m (200 cm), (**Figura 1**). Se debe usar tornillos de 4 pulgadas más cola fría para unir cada segmento.

Los rectángulos armados serán parte de la base inferior y superior de la estructura (si las dimensiones, tanto de las bandejas como de la madera no coinciden con lo señalado, se debe reacondicionar el diseño de la estructura).

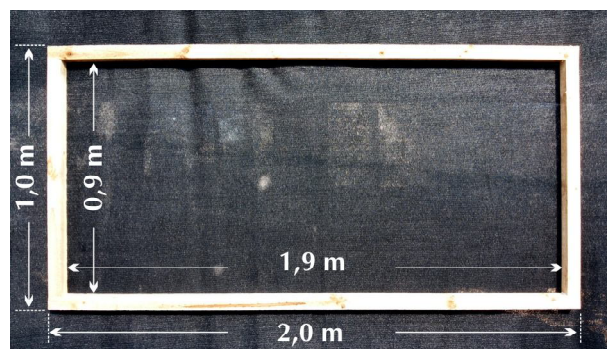


Figura 1. Base rectangular de madera para base superior e inferior de la estructura.

Etapa 2:

Dimensionar 4 pilares de 1.9 m (190 cm) con madera de pino de 2" x 2". Los pilares unen en cada esquina los rectángulos armados en la Etapa 1. Utilizar tornillos de 4 pulgadas y cola fría para unir los segmentos. Una vez fijados los pilares, reforzar con esquineros de madera de al menos 40 cm en la base de la estructura. Usar tornillos de 3 pulgadas y cola fría (**Figura 2**).

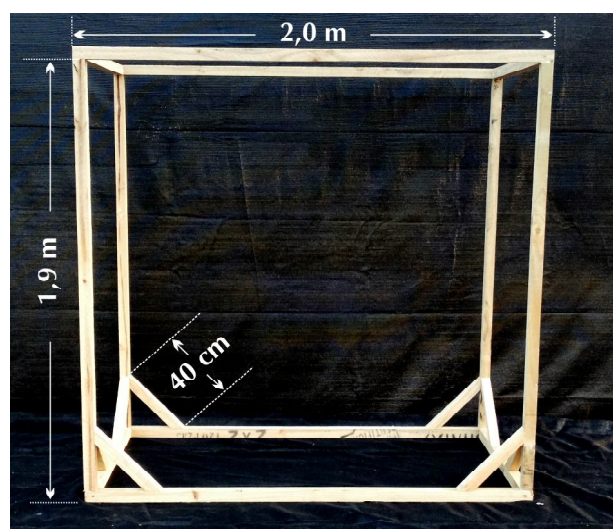


Figura 2. Unión de bases rectangulares a través de pilares y diagonales que permiten la estabilidad de la estructura.

Etapa 3:

Dimensionar con madera de pino de 2" x 2", 6 pilares que se ubicarán por ambos costados de la estructura. Dos de ellos de 106 centímetros y cuatro de 79 centímetros. Los primeros se ubicarán en la parte superior de la estructura y centrados, y los cuatro restantes se ubicarán en la parte inferior, distanciados a diez centímetros desde el centro y a veinte centímetros entre ellos (**Figura 3**).



Figura 3. Vista lateral de la estructura, con pilares cortos para fijar el estanque y las repisas horizontales.

Etapa 4:

Entre los pilares ubicados en los extremos, colocar horizontalmente soportes de madera de pino de 2" x 2" con la finalidad de sostener las bandejas con el forraje. Los soportes externos deben quedar a un desnivel de 2 a 3 cm respecto a los internos, tal que, las bandejas inferiores reciban el agua que cae por gravedad desde las bandejas superiores (**Figura 4**). Las bandejas más basales, finalmente depositarán el agua en la canaleta de PVC que va hacia el estanque acumulador.

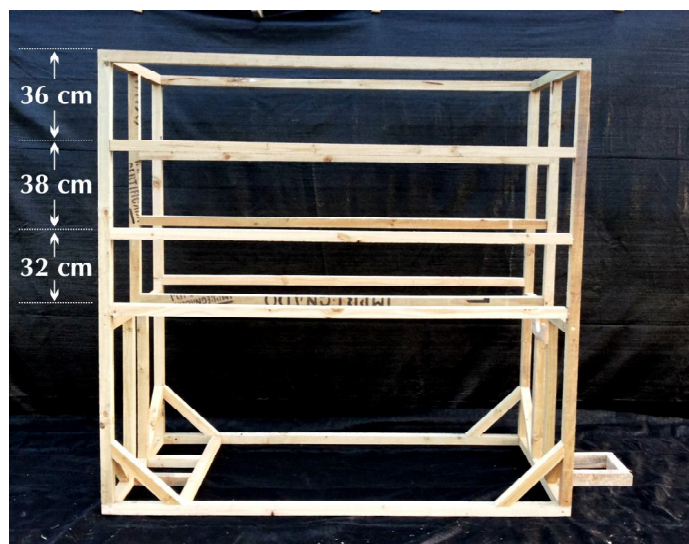


Figura 4. Vista frontal de la estructura con soportes horizontales para bandejas.

Etapa 5:

En un costado de la estructura y por su interior, colocar una base de madera para fijar el estanque de 60 litros.

Al interior y en la base del estanque, instalar un filtro de succión y una salida de estanque para tubería de 32 mm, esta última llegará hasta la aspiración de la bomba (**Figura 5**).

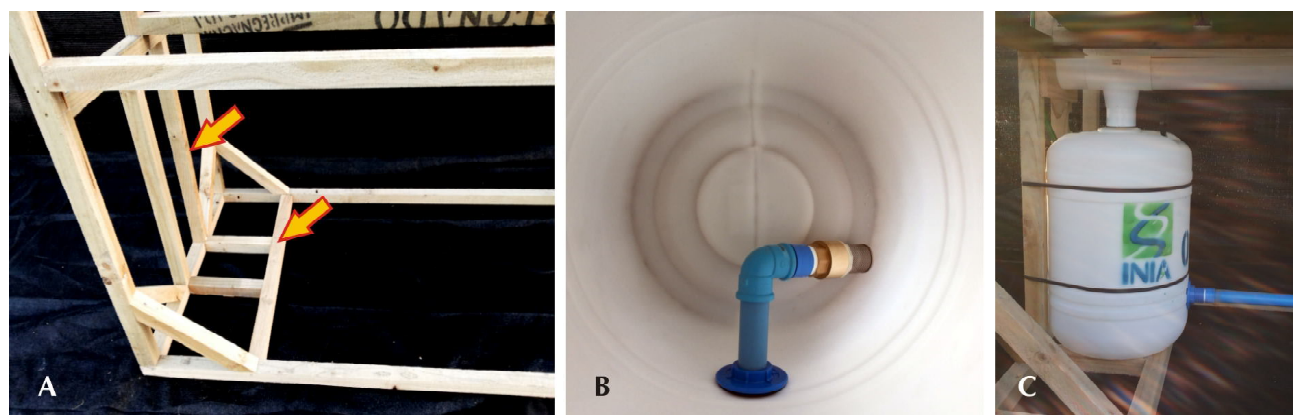


Figura 5. Sistema de acumulación de agua. a) Base de madera para fijación del estanque; b) Vista interna del estanque con filtro de succión y salida; c) Fijación del estanque a la estructura.

Etapa 6:

En ambos extremos de la estructura ubicar una sujeción para canaleta de PVC (puede ser una madera de 1" x 4", cortando de ella un semicírculo). Dimensionar canaleta de PVC de acuerdo al largo de la estructura, justo sobre el estanque acumulador colocar una bajada de PVC para devolver el agua sobrante desde las bandejas y el retorno de la bomba (**Figura 6**). Se debe considerar una pendiente de al menos 2 cm a la canaleta de PVC y cada extremo debe cerrarse con tapas del mismo material. Se recomienda lijar todas las uniones para un buen pegado del PVC.

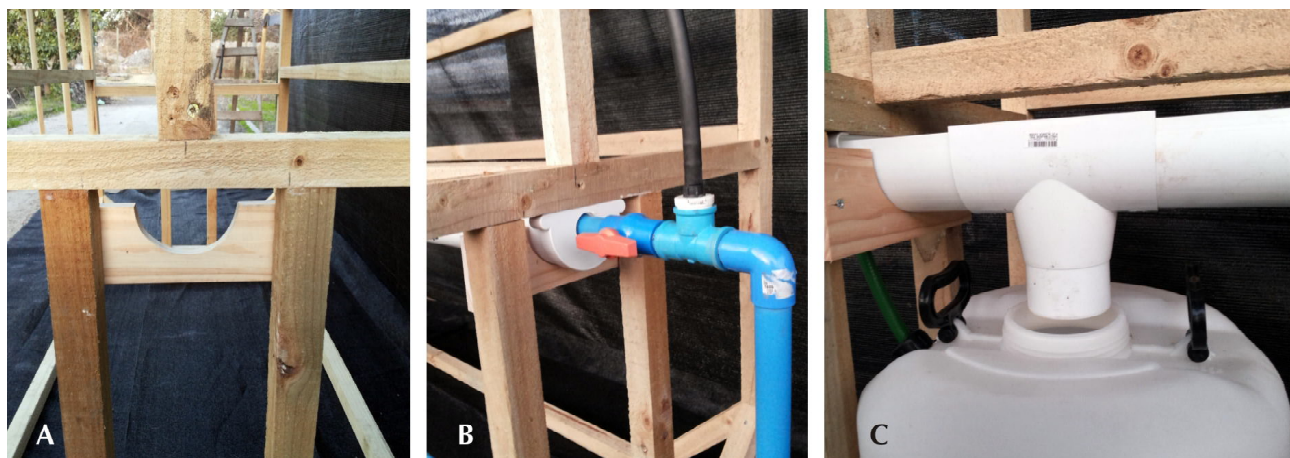


Figura 6. Instalación de canaleta colectora de agua. a) Corte de madera en semicírculo para ubicación de canaleta; b) Extremo de la canaleta para recibir retorno de agua de la bomba; c) Instalación de bajada de PVC para retorno de agua al estanque acumulador.

Etapa 7:

La tubería proveniente desde la base del estanque, debe conectarse a la entrada de succión de la bomba, se recomienda instalar una válvula de paso con unión americana antes de la entrada.

A la salida de la bomba (impulsión), conectar tubería de PVC de 32 mm en forma de L, tal que el extremo distal llegue hasta la canaleta de PVC y el exceso de agua pueda regresar hasta el estanque.

Inmediatamente a la salida de la bomba se sugiere instalar una unión americana de 32 mm (sólo para facilidad de traslado), luego una TEE de PVC con salida HI y finalmente una llave de paso de PVC de 32 mm, esta última hará la función de válvula reguladora de caudal y presión hacia los aspersores (**Figura 7**). Se recomienda lijar todas las uniones, para facilitar un buen pegado del PVC.

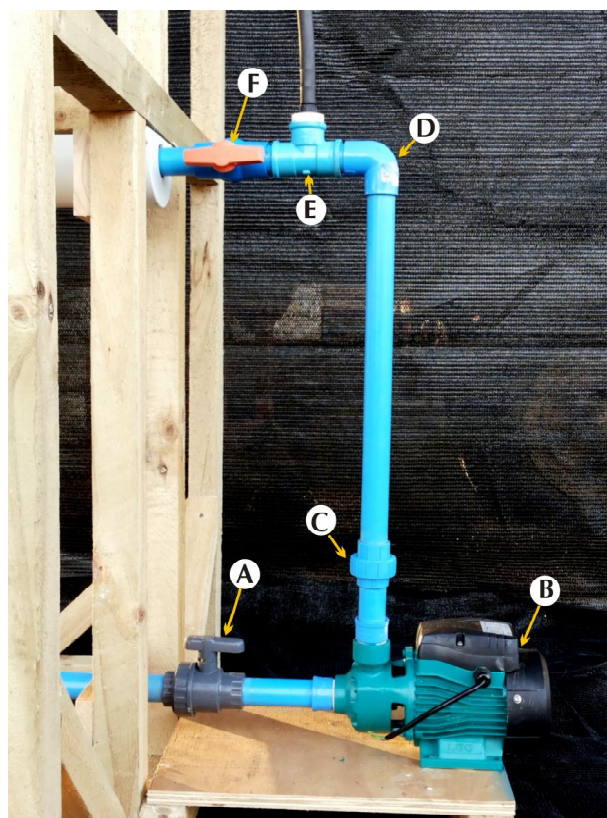


Figura 7. Sistema de succión e impulsión de agua. a) Válvula de paso con unión americana; b) Bomba hidráulica; c) Unión americana; d) Codo PVC; e) TEE PVC con salida lateral HI; f) Válvula de paso.

Etapa 8:

Desde la TEE de PVC de 32 mm con salida HI, se instala un buje de reducción de PVC de 1 pulgada a 1/2 pulgada. Al interior de éste ubicar un terminal de plansa de 1/2 pulgada y finalmente la tubería de polietileno (plansa) la cual llevará el agua por el centro y parte superior de la estructura (**Figura 8**, Izquier-

da). La tubería de polietileno finalmente llegará hasta el estanque para devolver el exceso de agua, la cual contendrá otra llave de paso que funcionará como una segunda válvula reguladora de caudal (**Figura 8**, derecha).

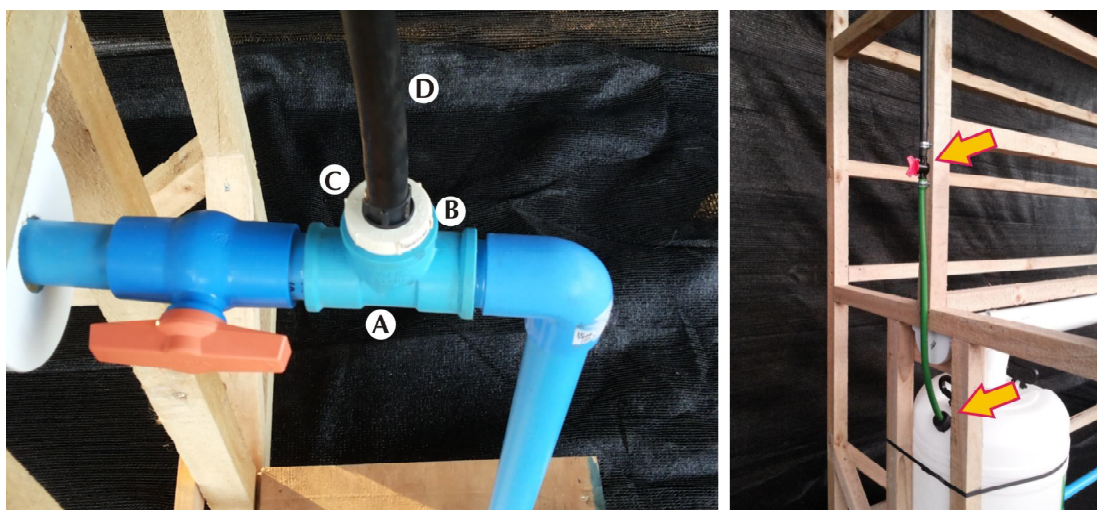


Figura 8. Izquierda: Impulsión de agua hacia los aspersores.
 a) TEE de PVC con salida HI de 1"; b) Buje de reducción de 1" a 1/2";
 c) Terminal de plansa HE de 1/2"; d) Plansa de polietileno de 1/2".
 Derecha: Extremo terminal del circuito de agua.

Etapa 9:

Una vez fijada la plansa de polietileno en la parte superior, se debe perforar la tubería por el costado de la estructura con seis orificios de 4 mm, considerando dos orificios para dos aspersores por cada nivel de bandejas. En cada orificio se ubicarán coplas de microtubo unidas a manguera de 4 mm, estas últimas conectadas a un aspersor "microjet" de 180°. Cada micro aspersor se fijará al interior de una tuerca tamaño 5/16" que debe soldarse a una pletina 12 x 3 mm (**Figura 9**). Se recomienda ubicar dos aspersores opuestos por cada nivel y a 25 cm por sobre el nivel de las bandejas.



Figura 9. Izquierda: Sujeción de aspersor en tuerca tamaño 5/16"; Derecha: Vista de aspersor microjet 180° conectado a microtubo de 4 mm.

Etapa 10:

Ubicar bandejas perforadas con semillas germinadas, y realizar riegos cortos y frecuentes, de tal forma que, el forraje se mantenga húmedo la mayor parte del tiempo. El forraje puede ser suministrado a los animales cuando haya alcanzado una altura promedio de 20 a 25 cm.

7

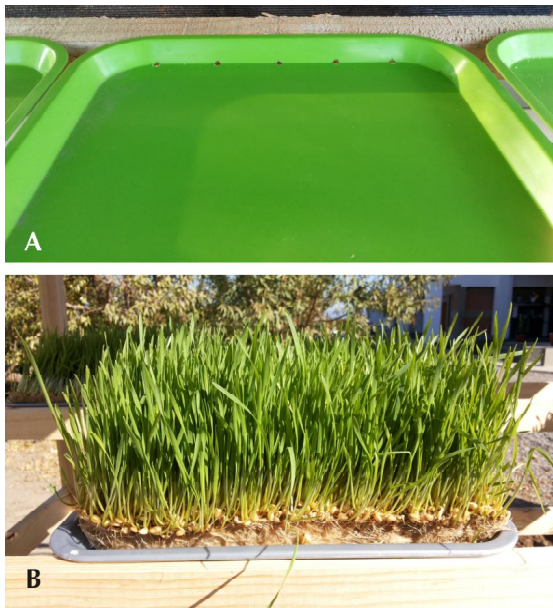


Figura 10. a) Perforaciones hechas en bandejas plásticas para drenar el exceso de agua. b) Forraje hidropónico de trigo de 15 cm de altura.



Figura 11. Vista frontal de la estructura para producción de forraje hidropónico, terminada.

3. MATERIALES Y COSTOS

La construcción de una estructura de forraje verde hidropónico para 30 bandejas, requiere de los siguientes materiales y costos:

Cuadro 1. Detalle de materiales y costos para la construcción de una estructura de forraje hidropónico para 30 bandejas (*).

Nº	Detalle	Cantidad a utilizar	Valor unidad (*)	Valor Total
1	Madera pino impregnada 2 x 2 x 3,2	18 u	\$ 1.480	\$ 26.646
2	Bomba periférica 0,5 hp	1 u	\$ 29.698	\$ 29.698
3	Tornillos 8 x 3"	36 u	\$ 25	\$ 900
4	Pegamento para madera (cola fría)	1 u	\$ 583	\$ 583
5	Tornillos para madera de 4"	36 u	\$ 100	\$ 3.600
6	Plansa polietileno 1/2"	5 m	\$ 225	\$ 1.125
7	Codo polietileno 1/2"	2 u	\$ 136	\$ 272
9	Terminal polietileno HE 1/2"	1 u	\$ 159	\$ 159
10	Válvula de paso para plansa 5/8"	1 u	\$ 1.590	\$ 1.590
11	Tubería PVC 32 mm x 3 m	1 u	\$ 1.764	\$ 1.764
12	Llave PVC SO 32 mm	1 u	\$ 2.534	\$ 2.534
13	Llave PVC unión americana 32 mm	1 u	\$ 2.680	\$ 2.680
14	TEE PVC SO - HI - SO; 32 - 1" - 32 mm	1 u	\$ 882	\$ 882
15	Buje reducción hilo HE - HI; 1" - 1/2"	1 u	\$ 417	\$ 417
17	Filtro de pie 32 mm	1 u	\$ 4.019	\$ 4.019
18	Terminal PVC HE - SO; 1" - 32 mm	4 u	\$ 226	\$ 904
20	Salida de estanque 32 mm	1 u	\$ 1.324	\$ 1.324
21	Codo PVC 32 mm	1 u	\$ 217	\$ 217
22	Aspersor microjet 180°	6 u	\$ 284	\$ 1.704
23	Microtubo 4 mm x 10 m	1 u	\$ 1.950	\$ 1.950
24	Acople microtubo 4 mm	6 u	\$ 69	\$ 414
25	Adhesivo PVC con pincel 250 cc	0,5 u	\$ 1.979	\$ 990
26	Teflón	0,5 u	\$ 684	\$ 342
27	Abrazaderas metálicas 5/8"	6 u	\$ 81	\$ 486
28	Roscalata 3/8"	10 u	\$ 14	\$ 140
29	Tuercas 5/16"	6 u	\$ 35	\$ 210
30	Canaleta PVC blanca	0,5 u	\$ 4.909	\$ 2.455
31	Tapa universal PVC	2 u	\$ 883	\$ 1.766
32	Bajada canaleta PVC	1 u	\$ 3.476	\$ 3.476
33	Ángulo doblado 20 x 2 mm x 6 m	0,33 u	\$ 2.400	\$ 800
34	Unión americana 32 mm	1 u	\$ 2.620	\$ 2.620
35	Estanque 60 litros	1 u	\$ 23.460	\$ 23.460
36	Bandejas plásticas 35 cm x 45 cm	30	\$ 988	\$ 29.640
Total				\$ 149.761

(*) Valores reales con IVA, obtenidos en mayo de 2014 en tres cadenas ferreteras de la Región de O'Higgins.