



Anexos - Trabajo Fin de Grado

“Diseño y prototipado de un dispositivo controlador de las condiciones ambientales, de un espacio cerrado, para estimular el crecimiento de setas.”

“Design and prototyping of a device to control environmental conditions, in a closed space, to stimulate mushroom growth.”

Autor/es

Nils Javier Elbing

Director/es

David Ranz Angulo
Pedro Ubieto Artur

0.1 INDICE

0.1 INDICE	2
10 ANEXOS	3
10.1 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LAS SETAS	4
10.2 CÓDIGO DE LA PROGRAMACIÓN.....	12
10.3 DOSIER MODULO FUNGICULTURA.....	21

10

ANEXOS

En este documento se pueden ver los anexos a la memoria del TFG.

Anexos:

- 9.1 Estudio del crecimiento de las setas.
- 9.2 Código de la programación.
- 9.3 Dosier Modulo Fungicultura.



10.1

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LAS SETAS

En este apartado se estudia las distintas fases del crecimiento de las setas, en nuestro caso enfocado a las setas de Ostra.

El proceso que se ha seguido se basa en la lectura del libro "*The basic guide to urban mushroom cultivation*" de John Leggette, que trata las distintas fases del cultivo de setas a pequeña escala. Esta información se han completado con búsqueda en otras fuentes como blogs de Internet y la experiencia propia. El resultado ha sido sintetizar el crecimiento de las setas de Ostra en fases diferenciadas.



Entornos de crecimiento

Los entornos a los que me centraré para el diseño del producto serán el de el **cultivo de setas** en un entorno doméstico y la investigación con hongos y setas en un entorno de laboratorio.

Cultivo de setas en entornos domésticos

Este entorno se engloba dentro de las tendencia de cultivos en interior para el consumo propio. En el mercado existen productos destinados al auto-cultivo de hongos. Generalmente se tratan de packs de cultivo (en sacos o cajas) que contienen el sustrato preparado para el crecimiento de los hongos. Esto hace que se fabriquen con materiales desechables, generalmente cartón o algún tipo de polímero.



Esta manera de cultivar setas ha comenzado sobre todo con el boom de las setas alucinógenas legales en algunos países de Europa y poco a poco se ha expandido a las secas comestibles. Hoy en día podemos encontrar estos kits de especies muy variadas.

Otra manera de cultivar en casa son los armarios de cultivo. Estos armarios imitan a un invernadero a escala pequeña, en el que podemos recrear unas condiciones ambientales.

Hay una gran variedad de estos armarios destinado sobre todo al cultivo de marihuana, que se ha extendido a cultivar otras plantas más comunes en un huerto como todo tipo de verduras.



Invernaderos para cultivo de verduras

También existen Invernaderos adaptados al cultivo de setas que, como se explicará tras el estudio del crecimiento de setas, no cubren todas las necesidades de los hongos.



Kit cultivo de hongos

Cultivo de setas en un entorno de investigación

Este entorno se engloba dentro de la investigación con distintas especies de setas. Aquí el control de las condiciones ha de ser específico para probar su influencia sobre el crecimiento y desarrollo de los hongos.



Es importante que sea fácil de desinfectar y de manipular sin infectar el interior.

En los laboratorios se puede investigar el crecimiento de distintas setas y estudiar su posible explotación a mayor escala. Controlar las condiciones de manera precisa en cada momento del crecimiento e variar estas puede dar respuesta a este problema.



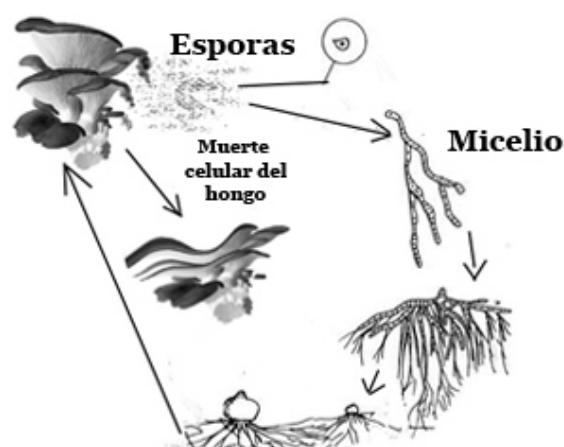
Las fases del crecimiento de una seta se puede dividir en: Germanización de sustrato con las esporas, maduración del micelio y el brote de las floradas que va desde nacimiento de los primordios hasta la recolecta (puede haber varias floradas en un mismo ciclo). Dependiendo de la especie y las condiciones ambientales éstas pueden variar.

He escogido trabajar con setas de Ostra durante el proyecto, ya que es una de las especies más agresivas, en el sentido de colonización de su entorno, y fáciles de cultivar.



Setas de Ostra (*Pleurotus ostreatus*)

Champiñón Ostra o pleuroto en forma de ostra (*Pleurotus Ostreatus*) es una especie de hongo basidiomiceto del orden Agaricales. Se distribuye por gran parte del Holártico, en zonas templadas, aunque se cultiva en muchas partes del mundo. Es comestible, estrechamente emparentado con la seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), que se consume ampliamente por su sabor y la facilidad de su identificación.*¹



Ciclo de vida de una seta

*1: https://es.wikipedia.org/wiki/Pleurotus_ostreatus

Crecimiento de las setas

En este apartado estudiaremos los factores que influyen en el crecimiento de distintas especies de hongos. Identificamos las distintas fases por las que pasan y las condiciones ideales para el crecimiento de cada una.

Para el cultivo de setas de ostra vamos a diferenciar siete fases. Algunas están más relacionadas con la preparación del entorno de trabajo y el medio y otras con el control del crecimiento ya en marcha.

Fase I: Preparación del sustrato

Las setas, al igual que otros seres vivos, necesitan una fuente de alimento. Esto se denomina el **sustrato o medio de crecimiento**.

Dependiendo del tipo de seta que estemos cultivando este sustrato tiene que cumplir ciertos requerimientos. En el caso de las setas de ostra, no necesitan de nutrientes muy específicos, son capaces de proliferar en medios tan distintos como paja, avena, posos de café, troncos de maderas distintas y más.

Otras especies como las setas Shiitake en cambio necesitan preparados más complejos para crecer y un sustrato completamente esterilizado.

También hay especies, como las trufas, para las que todavía no se ha conseguido desarrollar un cultivo controlado.

Selección del medio de crecimiento.

Para el cultivo en interior generalmente se emplea paja de cereal pasteurizada y troceada (trigo, avena, centeno o arroz) o serrín esterilizado para hacer troncos artificiales. Dependiendo de los requerimientos de nutrientes de cada hongo se podrán combinar distintos tipos de medio y así crear la “receta” que más le conviene al cultivo.

Generalmente los medios más ricos en nutrientes son más propicios a contaminarse con hongos o bacterias intrusas, por lo que han de ser esterilizados o pasteurizados.



Posos de café



Serrín

Manejo del medio de crecimiento.

Algo que tenemos que tener en cuenta a la hora de manejar el medio de trabajo es que este es fácilmente contaminado con esporas de otros hongos, bacterias y otros organismos que pueden impedir que crezcan las setas que queremos cultivar.

Si queremos emplear serrín tenemos que tener en cuenta que este es hidrofóbico nada más cortarse. Es beneficioso que esté unas semanas expuesto a humedad para que penetre el agua.

Preparado del sustrato

La mayoría de los hongos prefieren un sustrato relativamente denso antes que uno airoso. De esta manera el micelio tiene que emplear menos energía en crear superficie para llenar los huecos de aire y más en colonizar el sustrato. Por otro lado, si el sustrato es demasiado denso y compacto, el Dióxido de Carbono que se genera va a tener dificultades de escapar.

Encontrar el tamaño ideal para el cultivo puede cambiar en gran medida el rendimiento.

Esterilizado y pasteurizado del material

Esterilización: “Destruir los gérmenes patógenos.” Suele ealizarse calentando el sustrato en torno a los 120 °C.

Pasteurización: “Elevar la temperatura de un alimento líquido hasta un nivel inferior al de su punto de ebullición durante un corto tiempo, y enfriarlo después rápidamente, para destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido”. La temperatura ronda los 70°C y no se eliminan por completo todos los organismos.



Harinas



Paja

Las setas de ostra son una especie de crecimiento rápido y agresivo, esto quiere decir que no requieren de mucho tratamiento del medio ya que son capaces de impedir el crecimiento de otras especies. Otras especies son mas sensibles, como las shiitake o las maitake. Estas necesitan un sustrato esterilizado.

Por lo tanto, dependiendo de nuestro cultivo necesitaremos de un método u otro. Algunos métodos empleados son:

- **Pasteurización por inmersión en agua caliente:** El sustrato se sumerge en agua que se calienta a cierta temperatura y se mantiene hasta eliminar la flora patógena.
- **Pasteurización con vapor:** Se pasa vapor de agua por el sustrato buscando el mismo efecto que el método anterior.
- **Pasteurización solar:** En este método el calor proviene de la energía solar, es menos preciso que los anteriores.
- **Tratamientos químicos:** Existen agentes químicos diseñados para eliminar los hongos no deseados y tolerar a los deseados.
- **Esterilización con vapor:** Destrucción por completo de cualquier organismo vivo en el medio. Suele ser el método más efectivo.

Precauciones en el Saneamiento:

Es importante evitar la contaminación del sustrato una vez se ha realizado todo el preparatorio. En una línea de producción es aconsejable no retroceder de fases avanzadas a otras mas prontas para evitar que estas puedan entrar en contacto con organismos invasores.

Es aconsejable cubrir el sustrato para minimizar el contacto con el aire.

Fase II: Inoculación y llenado de recipientes

Inoculación: “Introducir en un organismo una sustancia que contiene los gérmenes de una enfermedad.”

Es el paso en el que se mezcla el sustrato con las esporas o micelio. Es muy importante que estén limpios los utensilios que utilizamos, ya que las esporas son muy sensibles. Cualquier micro cuerpo que entre en el sustrato proliferará con facilidad.

Si trabajamos con medios sin tratar o pasteurizados se podrá llenar los contenedores en una habitación corriente mientras esté desinfectada la superficie de trabajo. En cambio, si trabajamos con sustratos que han sido esterilizados, necesitaremos trabajar en un espacio completamente libre de germanos. Para esto hará falta desinfectar todas las superficies y filtrar el aire de posibles partículas invasoras.



Introducción de las esporas mediante jeringas



Introducción de las esporas mediante jeringas

Preparación de un espacio para la inoculación:

Para facilitar este proceso es aconsejable que todas las superficies sean de fácil limpiado, el flujo de aire debería ser minimizado y si hay una entrada de aire es aconsejable que esté filtrado para evitar esporas de mohos provenientes del exterior.

Para limpiar las superficies es recomendable usar alcohol isopropílico al 70% o una solución de agua con lejía. Todas las herramientas también han de estar limpias y es recomendable que solo estén destinadas a este proceso para mantenerlas más limpias.

Los recipientes donde se va a cultivar han de estar igualmente desinfectadas y preparadas al alcance, para reducir el tiempo de exposición del sustrato una vez mezclado con las esporas.

Inoculación:

Consiste en mezclar las esporas con el sustrato. Se puede emplear herramientas como un rastrillo para facilitar la heterogeneidad de las esporas en el medio. Se ha de romper las esporas en los fragmentos más pequeños posibles.

Llenado de Recipientes:

En general los recipientes para cultivar en interior suelen ser bolsas de plástico, bandejas o macetas.

Al llenarlos, compactar ligeramente el sustrato para evitar huecos con aire donde se podrían formar setas desafortunadas. A medida que el micelio crece, disminuye el volumen del sustrato, lo que puede llevar a la formación de huecos.

Nuestros recipientes deben tener también un número de agujeros donde podrán salir las setas.

Fase III: Incubación

En este paso las condiciones tienen que ser favorables para que el micelio pueda colonizar el sustrato. Cuanto mayor sea la densidad de micelio más resistente será el cultivo frente a otros hongos y mayores serán las floradas. En esta fase en general es importante regular la temperatura y la cantidad de CO₂.

Al romper el micelio y esparcirlo por todo el sustrato, se han creado muchas pequeñas colonias que ahora están explorando todo el sustrato y construyendo una red de colaboración para colonizarlo por completo. Así se genera la biomasa densa de micelio.

El micelio se organiza y se comunica a través de esta biomasa enviando señales desde las puntas al resto de la red. A medida que avanzan cada vez más profundo en el sustrato sueltan unas encimas que rompen el sustrato en pedazos más pequeños que le sirven de alimento. Durante este proceso el micelio genera calor en su interior.

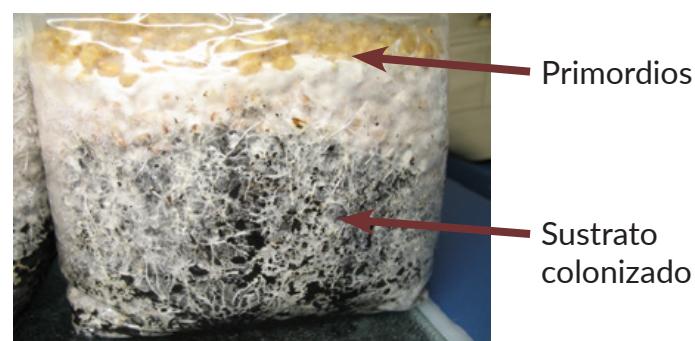
En esta fase la humedad debería estar comprendida entre el 60 y el 70%, suficiente para mantener el sustrato húmedo, pero no para que comience el crecimiento de los primordios. La temperatura deberá estar comprendida entre 21 y 27°C.

Es recomendable monitorizar el calor generado por el micelio. Si la temperatura es demasiado baja esto puede permitir a otras especies a proliferar. Si es demasiado alta el micelio se podrá "cocer" y permitir que mohos dañinos se nutran de él.

La temperatura en el interior del micelio deberá estar entre 27-29°C durante la colonización. Cuando esta se está completando, se reduce el calor generado y la temperatura empieza a descender. En este momento el micelio cambia de colonizar el sustrato a nutrirse a partir de lo colonizado.

Colonización completa

En esta fase ocurre un cambio en el micelio. El cultivo ya ha colonizado por completo el sustrato y ahora comienza a extraer los nutrientes de manera más intensiva para prepararse para la primera florada.



Fase IV: Primordios

En esta fase comienza el crecimiento superficial de las setas. Los primordios son las primeras formaciones de setas. El primordio es al principio un pequeño botón blanco, una acumulación de micelio, en su interior se van formando las distintas estructuras de la seta: las fértiles, himenio, que producirán las esporas o simientes y las estériles, carne, pie y sombrero, que se encargarán de facilitar la maduración y la dispersión de las esporas.



Primordios emergiendo



Formación de la estructura

Con el comienzo del crecimiento de los primordios es necesario variar algunas ambientales.

Nutrir el micelio

Es importante controlar la humedad de los primordios, estos no deben secarse, pero tampoco estar demasiado húmedos ya que esto favorecería a que crezcan hongos indeseados.

Temperatura

Para salir a la superficie, la seta espera la ventana de tiempo más adecuada. En la naturaleza esto ocurre cuando bajan las temperaturas en otoño generalmente. En condiciones controladas basta con reducir la temperatura interior del espacio de cultivo para estimular la florada de nuestro cultivo. Algunas especies como Maitake y Enoki requieren bajadas de temperatura de hasta 4,5 °C. Para las setas de ostra la temperatura ideal rondará entre 11°C - 14°C.

Humedad

Es esencial que la humedad llegue por encima del 95% para que comience el crecimiento. Una vez que está en plena marcha el crecimiento se puede reducir al 70%-75%.

Iluminación

La mayoría de las especies de setas necesitan luz para iniciar su crecimiento, aunque no ha de ser gran cantidad. Además la luz influye en el aspecto de las setas y su salud.

No se debe sobreexponer las setas a luz artificial cuando la temperatura es baja y la humedad alta. Las lámparas no deben dar calor ya que pueden secar los primordios.

En la naturaleza los hongos crecen en zonas con poca luz, debajo de árboles y entre raíces. Cuanto más se acerquen a esto las situaciones de iluminación, mejor.

CO₂

Es importante cambiar el aire en esta fase para que el CO₂ no supere el 0.07%.

Fase V: Maduración y cosecha

En esta etapa es importante medir el momento en el que la seta termina su fase de crecimiento y comienza a soltar sus esporas y su descomposición. Las setas de ostra pueden tardar pocos días (3-5) entre el crecimiento de los primeros primordios y su madurez para ser recolectadas. Una manera de saber el momento de recolección es cuanto un grupo de setas deja de doblar su tamaño en las últimas 24 horas.

Es importante no cosechar cuando estén húmedas las setas, estas pueden pudrirse en pocos días. El humidificador automático deberá ser desconectado unas horas antes de cosechar para garantizar que estén secas las setas.



Florada de setas de ostra

Fase VI: Reposo

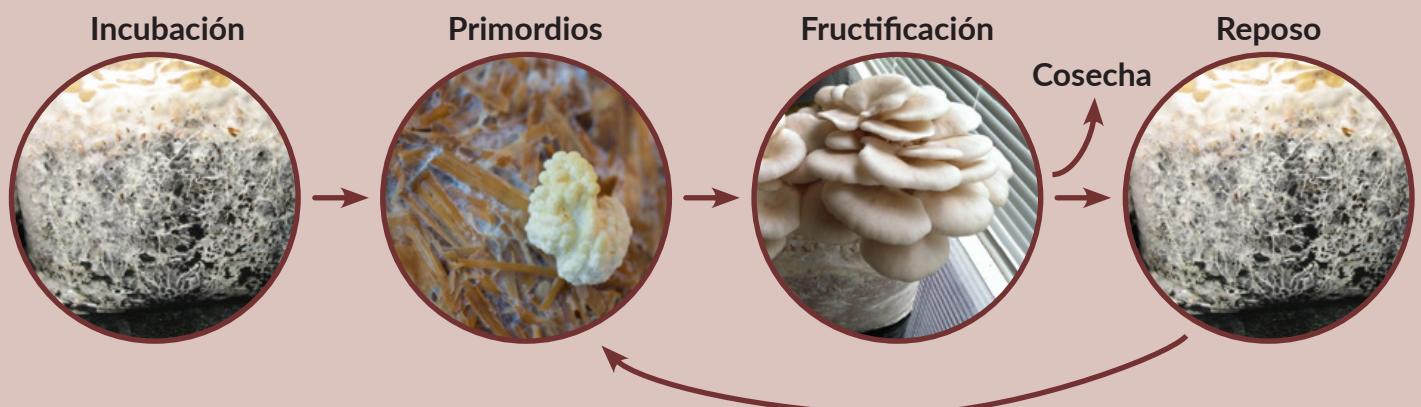
Una vez acabada la florada es necesaria una fase de reposo. Ahora requieren de menos luz, mayor temperatura y menor humedad. En esta fase se retrocede a unas condiciones similares a la fase 3 de incubación.

Fuentes:

- 1: "The basic guide to urban mushroom cultivation"- John Leggette
- 2: www.agromatica.es/cultivo-pleurotus-ostreatus/

Conclusiones:

Podemos dividir un ciclo de crecimiento en 4 etapas en las que tenemos que controlar las condiciones ambientales



Las condiciones que tenemos que controlar son las siguientes:

- **Duración:** en días de cada etapa.
- **Temperatura:** Define el rango de temperatura en el que ha de estar.
- **Humedad:** Define el rango de humedad en el que ha de estar.
- **Luz:** Presencia o no de ciclos de luz.
- **Ventilación:** Intercambio de aire.

10.2

CÓDIGO DE LA PROGRAMACIÓN

Este apartado muestra el código en C++ de la programación del controlador Arduino.

```
34 void loop()
35 {
36     switch (Estado)
37     {
38         case EstadoTiempo:
39             ControlFAS();
40             ActualizarParametros();
41             pedida = dht.read();
42             da = dht.read();
43             EstadoControl =
```

```

/*PROGRAMA CONTROL DE FUNGICULTURA
* Este programa está destinado a controlar la humedad, temperatura, iluminación y calidad de aire
mediante el prototipo de fungicultura
* Los periféricos de SALIDA que se controlan son los siguientes:
* - 2 X Placa Peltier con dos ventiladores para control de TEMPERATURA
* -Humidificador ultrasónico un ventilador para el control de HUMEDAD
* -Tira LED para controlar la ILUMINACION
* -Ventilador para controlar la CALIDAD DEL AIRE
* -Pantalla
* Los periféricos de ENTRADA de los que obtenemos las medidas de temperatura y humedad son:
* -Sensor de temperatura y humedad DHT11
* El programa hará iteraciones cada 1 minuto;
*/

```

//Incluimos las librerías necesarias y realizamos configuraciones iniciales

```

#include "DHT.h"                                //Librería del sensor DHT de humedad y temperatura
#define DHTPIN 3                               //Pin donde está conectado el sensor
#define DHTTYPE DHT11                           //Tipo de Sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#include <SPI.h>                             //Librerías para el control de la pantalla
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);
#define NUMFLAKES 10
#define XPOS 0
#define YPOS 1
#define DELTAY 2
#define LOGO16_GLCD_HEIGHT 16                  // do not change this. Error in video
#define LOGO16_GLCD_WIDTH 16                   // do not change this. Error in video

#define numFases 5                            //Número fases del crecimiento
enum STATE{EstadoMedirTyH,EstadoControlTyH,
EstadoControlLed,EstadoControlVent,EstadoSleep}; //Listado de estados para la máquina de
estados
#define EstadoMedirTyH    0                    //Estado en el que medimos la temperatura y hume-
dad
#define EstadoControlTyH  1                    //Estado en el que controlamos la temperatura y
humedad
#define EstadoControlLed  2                    //Estado en el que controlamos la iluminación
#define EstadoControlVent 3                   //Estado en el que controlamos la ventilación
#define EstadoSleep      4                    //Estado en descanso

```

//Constantes (permanecen iguales durante todo el programa):

```

const unsigned long ciclo = 60000;           //Cada ciclo dura un minuto, lo que son
60000 milisegundos ¡¡¡IMPORTANTE!!! No poner una duración de ciclo menor que 300ms. ver caso
Estadosleep

```

```

//CONTROL DE FASE
const int Hora = 60;                                //Una hora son 60 minutos;
const int Dia = 24;                                 //Un día son 24horas;
const int DuracionFase[numFases] = {20,5,5,3,10};    //Dias de duración de la fase; F1(IN-
CUBACION) 20Dias; F2(PRIMORDIOS)5Dias; F3(FRUCTIFICACION)5Dias; F4(COSECHA)3Dias;
F5(REPOSO)10Dias;
const int TempMaxFase[numFases] = {27,14,27,100,27}; //Temperatura máxima
const int TempMinFase[numFases] = {21,11,21,0,21};     //Temperatura mínima
const int HumMaxFase[numFases] = {70,100,70,100,70};   //porcentaje de Humedad máximo
const int HumMinFase[numFases] = {60,95,60,0,60};     //porcentaje de Humedad mínimo
const int LedEnceFase[numFases] = {0,8,8,-1,0};        //Horas del LED encendido
const int LedApaFase[numFases] = {0,16,16,-1,0};       //Horas del LED apagado
const int VentFase[numFases] = {0,1,1,-1,1};          //Ventilador 1=encendido, 0= apagado

```

```

//CONTROL LED
// const int H8 = 480;                                //La iluminación se hará en un ciclo de 8 horas en-
cendida y uno de 16 horas apagada, o 1xH8 encendido y 2xH8 apagada;
// const int CH16 = 2;                                 //El tiempo apagado corresponde a dos ciclos de
8horas;
const int HoraLED = 60;                               //Una hora son 60 minutos;
int cuentalterLED = 0;                             //Contador en el que almacenamos el número de
iteraciones que llevamos;
int cuentaHoraLED = 0;                            //Contador de Horas;

```

//Variables (cambia su valor durante el programa):

```

//CONTROL DE FASE
int cuentalter = 0;                                //Contador en el que almacenamos el número de
iteraciones que llevamos;
int cuentaHora = 0;                                //Contador de Horas;
int cuentaDia = 0;                                 //Contador en el que se almacena el número de Dia
en la que estamos;
int estadoFase = 0;                                //Almacenamos la fase en la que nos encontramos;
int estado = EstadoMedirTyH;                      //Comenzamos la maquina de estados en Estado-
MedirTyH
unsigned long tiempoinicial = 0;                  //Los milisegundos que han pasado desde el inicio
del programa
unsigned long tiempoafinal = 0;                   //Los milisegundos que han pasado desde el inicio
del programa
int i = 0;

```

/*ESTADO DE LA FASE:Cada fase se corresponde con un número de estadoFase.

*****¿Debería declarar las distintas fases como una constante?

- * -Fase 1 (INCUBACION) = 0;
- * -Fase 2 (PRIMORDIOS) = 1;
- * -Fase 3 (FRUCTIFICACION) = 2;
- * -Fase 4 (COSECHA) = 3;
- * -Fase 5 (REPOSO) = 4;

*/

//TEMPERATURA Y HUMEDAD //Declaramos las variables y las ponemos a cero. En la fase de crecimiento en la que estemos se del adjudicará el valor;

```
float tmedida = 0;
float tmax = 0;
float tmin = 0;
float hmedida = 0;
float hmax = 0;
float hmin = 0;
int releLED = 8;
int relePfrio = 9;
int relePcalor = 10;
int releVent = 11;
int releHum = 12;
int EstadoreleLED =0;
int EstadorelePfrio =0;
int EstadorelePcalor =0;
int EstadoreleHum =0;
int EstadoreleVent =0;
```

//CONTROL LED

```
int estadoLED = 0; //1=encendido; 0=apagado; comenzamos con el LED apagado, por eso ponemos la variable estadoLED = 1;
int cuentaLED = 0; //Contador en el que se almacena el número de iteracion en la que estamos;
int cuentaCH8 = 0; //Contador de Ciclos de 8horas;
```

//CONTROL PANTALLA

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Comenzamos la comunicación con la ventana serial;
  Serial.println("CLEARSCREEN");
  //Definimos las siguientes columnas para la toma de datos en la hoja Excel: Fase,Hora,Temperatura,Humedad,EstadoPcalor,EstadoPfrio,EstadoHum
  Serial.println("LABEL,Minuto,Hora,Dia,Fase,Humedad,Temperatura,EstadoPcalor,EstadoPfrio,EstadoHum,EstadoPvent,EstadoPLED");
  dht.begin(); //Comenzamos el funcionamiento con el sensor
  DHT;
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); // initialize with the I2C addr 0x3C
  (for the 128x32)
  display.display();
  display.clearDisplay();
  display.setRotation(2);
  pinMode(releLED, OUTPUT); //Definimos los pines de los reles como salida;
  pinMode(relePfrio, OUTPUT);
  pinMode(relePcalor, OUTPUT);
  pinMode(releHum, OUTPUT);
  pinMode(releVent, OUTPUT);
  digitalWrite(releLED, LOW); //Si el rele está en LOW está apagado;
  digitalWrite(relePfrio, LOW);
  digitalWrite(relePcalor, LOW);
  digitalWrite(releHum, LOW);
  digitalWrite(releVent, LOW);
}
```

```

//AJUSTES DEL TEXTO EN LA PANTALLA:
void robojaxText(String text, int x, int y, double size, boolean d) {
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(x,y);
    display.println(text);
    if(d){
        display.display();
    }
}

/* Procedimiento ControlFASE: se encarga de controlar en que fase nos encontramos
 * Pre: - estadoFASE = 0 | estadoFASE = 1 | estadoFASE = 2 | estadoFASE = 3 | estadoFASE = 4
 *      - 0 <= cuentalter <= 1440
 *      - 0 <= cuentaDia <= 20
 * Post: Si ha pasado 20 días pasa a la FASE 2, si han pasado otros 5 pasa a la FASE 3, si han pasado otros 5 pasa a la FASE 4, si han pasado otros 3 pasa a la FASE 5, si han pasado otros 10 vuelve a la FASE 2.
 */
void ControlFASE(){
    cuentalter++;                                //Suma uno al contador de iteraciones;
    if(cuentalter == Hora)                        //Si se ha avanzado una hora;
    {
        cuentaHora++;                            //Sumar uno al contador de Dias;
        cuentalter=0;

        if(cuentaHora == Dia)                   //Si se ha avanzado un día;
        {
            cuentaDia++;                      //Sumar uno al contador de Dias;
            cuentaHora=0;                     //Ponemos a cero el contador de iteraciones;
            if(estadoFase==0){                //Si estamos en la FASE 1;
                if(cuentaDia==DuracionFase[0])
                {
                    estadoFase++;              //Si ha pasado la duración de de la Fase 1;
                    cuentaDia=0;
                }
            }
            else if(estadoFase==1)           //Si estamos en la FASE 2;
            {
                if(cuentaDia==DuracionFase[1])
                {
                    estadoFase++;              //Avanzamos a la siguiente fase;
                    cuentaDia=0;               //Ponemos a cero la cuenta de Dias;
                }
            }
            else if(estadoFase==2)           //Si estamos en la FASE 3;
            {
                if(cuentaDia==DuracionFase[2])
                {
                    estadoFase++;              //Si ha pasado la duración de de la Fase 3;
                    cuentaDia=0;               //Avanzamos a la siguiente fase;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

}

else if(estadoFase==3)           //Si estamos en la FASE 4;

{
    if(cuentaDia==DuracionFase[3]) //Si ha pasado la duración de de la Fase 4;

    {
        estadoFase++;
        cuentaDia=0;
    }
}

else if(estadoFase>=4)           //Si estamos en la FASE 5;

{
    if(cuentaDia==DuracionFase[4]) //Si ha pasado la duración de de la Fase 5;

    {
        estadoFase = 1;
miento;
        cuentaDia=0;
    }
}
}

void SubirTemp()
{
    digitalWrite(relePfrio, LOW);
    digitalWrite(relePcalor, HIGH);
    EstadorelePfrio =0;
    EstadorelePcalor =1;
}

void BajarTemp()
{
    digitalWrite(relePfrio, HIGH);
    digitalWrite(relePcalor, LOW);
    EstadorelePfrio =1;
    EstadorelePcalor =0;
}

void SubirHum()
{
    digitalWrite(releHum, HIGH);      //Conecatamos el Humificador
    EstadoreleHum =1;
}

void EncenderVent()
{
    digitalWrite(releVent, HIGH);     //Conectamos el rele del ventilador
    EstadoreleVent =1;
}

```

```

void ActualizarPantalla()
{
String cuentaDia_string = String (cuentaDia);
String estadoFase_string = String (estadoFase);
String DuracinFase_string = String (DuracionFase[estadoFase]);
// String vString = String(count, 3); // using a float and the
display.clearDisplay();
robojaxText("Dia:", 1, 0, 1, false);
robojaxText(cuentaDia_string, 50, 0, 1, false);
robojaxText("/", 80, 0, 1, false);
robojaxText(DuracinFase_string, 96, 0, 1, false);
robojaxText("Fase:", 1, 18, 1, false);
robojaxText(estadoFase_string, 96, 18, 1, false);
//robojaxText("Capacity: 92.86L", 4, 21, 1, false);
//display.drawLine(1, 37, 100, 37, WHITE);
// display.drawRect(1, 1, 126, 31, WHITE);
//display.drawCircle(63, 31, 31, WHITE);
//display.startscrollright(0x00, 0x0F);
display.display();

}

/* Procedimiento ControlLED: se encarga del control del LED
 * Pre: - estadoLED = 0 | estadoLED = 1
 *      - 0 <= cuentaLED <= 480
 *      - 0 <= cuentaCH8 <= 2
 * Post: Si ha pasado 8 horas encendido lo apaga, y si ha pasado 16 horas apagado lo enciende
 */

/*Si el estado de la fase es igual a 1 ó 2 (FASE 2 Ó FASE 3) entonces controla el Led
 */
void ControlLED(){
cuentalterLED++;
//Suma uno al contador de iteracionesLED;
if(cuentalterLED == HoraLED)
{
    //Si se ha avanzado una horaLED;
    cuentaHoraLED++; //Sumar uno al contador de DiasLED;
    cuentalterLED=0;
}
if(estadoLED == 0)
{
    //Si el LED está apagado
    if(cuentaHoraLED == LedApaFase[estadoFase]) //Si hemos llegado al tiempo apagado
    {
        estadoLED = 1;
        EstadoreleLED =1;
        cuentaHoraLED=0;
    }
}
if(estadoLED == 1)
{
    //Si el LED está apagado
    if(cuentaHoraLED == LedEnceFase[estadoFase])

```

```

{
    estadoLED = 0;
    EstadoreleLED =0;
    cuentaHoraLED=0;
}
}

void loop() {
    switch (estado)
    {
        case EstadoMedirTyH:
            humedad
                tiempoinicial = millis(); //Estado en el que medimos la temperatura y la
            tiempo actual //Se almacena el valor de millis en la variable de
                ControlFASE();
                ActualizarPantalla(); // mostrar datos en la pantalla

                hmedida = dht.readHumidity(); //Se lee la humedad
                tmedida = dht.readTemperature(); //Se lee la temperatura

                estado = EstadoControlTyH; // siguiente estado=ControlTyH
                break;

        case EstadoControlTyH:
            humedad. //Estado en el que se controlan la temperatura y la
                if(tmedida >= TempMaxFase[estadofase]){
                    BajarTemp();
                }
                else if(tmedida <= TempMinFase[estadofase]){
                    SubirTemp();
                }
                else {
                    digitalWrite(relePfrio, LOW);
                    digitalWrite(relePcalor, LOW);
                    EstadorelePfrio =0;
                    EstadorelePcalor =0;
                }

                if (hmedida <= HumMinFase[estadofase]) {
                    SubirHum();
                }
                else if (hmedida >= HumMaxFase[estadofase]) {
                    digitalWrite(releHum, LOW);
                    EstadoreleHum =0;
                }
                else {
                    digitalWrite(releHum, LOW);
                    EstadoreleHum =0;
                }
                estado= EstadoControlLed;
                break;
    }
}

```

```

case EstadoControlLed:
    if(LedEnceFase[estadoFase]>0)
    {
        ControlLED();
    }
    estado= EstadoControlVent;
break;

case EstadoControlVent:
    if(VentFase[estadoFase]!=0)
    {
        EncenderVent();
    }
    else
    {
        digitalWrite(releVent, LOW);
        EstadoreleVent =0;
    }

estado= EstadoSleep;
break;

case EstadoSleep:           //Estado en el que el programa descansa un minuto
    tiempoafinal = millis(); //Se almacena el valor de "millis" en la variable de
tiempo actual. Estos datos nos permiten conocer lo que tarda el sistema en ejecutarse:
    Serial.println(String(tiempoinicial));
    Serial.println(String(tiempoafinal));
    Serial.println(String(tiempoafinal-tiempoinicial));
//Mostramos datos en el puerto serial para poder llevar un seguimiento. Estos datos se almacenan en
una tabla excel.

    Serial.println( (String) "DATA,"+cuentaalter+"."+ cuentaHora + "" + cuentaDia + "" + estadoFase
+ "" + hmedida + "" + tmedida + ";" + EstadorelePcalor + ";" + EstadorelePfrio + ";" + EstadoreleHum +
";" + EstadoreleVent + ";" + EstadoreleLED+",AUTOSCROLL_20");

if ((tiempoafinal - tiempoinicial) > ciclo){
    Serial.print("el ciclo es mas largo de lo esperado");
} else {
delay(ciclo - (tiempoafinal - tiempoinicial));
    estado= EstadoMedirTyH;
    break;
}
}
}

```

10.3

DOSIER MODULO

FUNGICULTURA

En este apartado se incluye partes de interés del dossier del proyecto de módulo "Diseño de un dispositivo para regular las condiciones ambientales en un espacio cerrado".



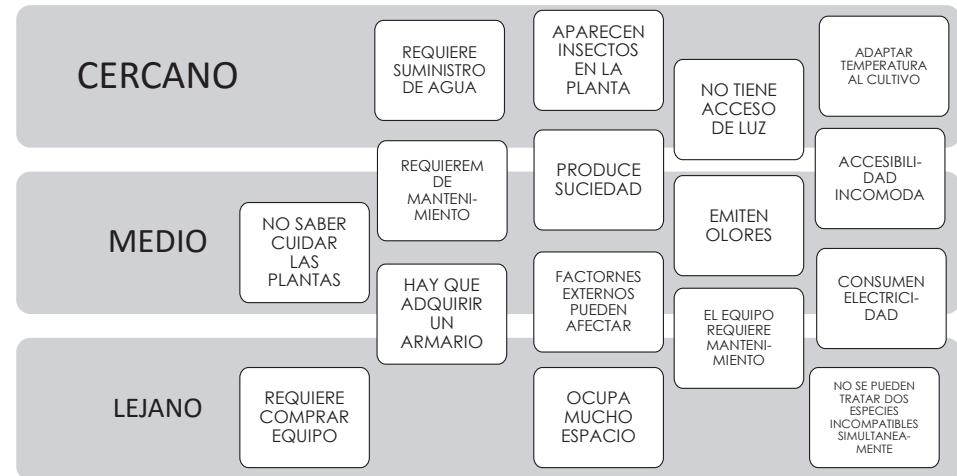
Cultivo en casa

Técnica de generación de conceptos:

Para generar ideas sobre posibles aplicaciones en armarios de cultivo hemos listado una serie de problemas que podríamos encontrar en éstos productos.



A continuación los hemos ordenado mediante la técnica de clasificar los problemas según el nivel de abstracción en cercanos medios y lejanos.



Nos hemos distribuido los problemas y aplicado un brain-storming para sacar soluciones sobre cada uno de los problemas. A continuación rotamos las ideas de manera que cada integrante ha interpretado y ampliado los conceptos del anterior, para aumentar las soluciones. De esta forma obtenemos un amplio listado de posibles soluciones para cada problema.

Finalmente hemos considerado mentalmente en consenso común el potencial de las ideas frente a la viabilidad y teniendo en cuenta su adecuación las condiciones del trabajo.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS CREATIVAS

Armario de cultivo

La lista de ideas es la siguiente:

- Armario inteligente que decide cuanta luz tomar y es capaz de ayudar cuando no hay. (Funciona sin corriente)
- Condensar agua de aire para regar la planta.
- Aprovechar aguas residuales de la vivienda.
- Crear a través de un dispositivo arte con las plantas.
- Maceta que controle las condiciones.
- Se plantan dos especies compatibles beneficiándose la una de la otra.
- El armario nos enseña a cuidar la planta, fin didáctico.
- Kit desechable.
- El armario se encarga de fabricar ambientadores o colonias aprovechando el aroma que desprende el cultivo.
- Convertir la suciedad en abono.
- Armario minimizando costes al máximo.
- Aprovechar armario viejo/desuso, reciclado, espacio vacío en la vivienda.
- Modo interfaz que ajuste las condiciones.
- Armario crece con la planta.
- "Cocinar planta" Un programa regula el proceso desde la plantación hasta la cosecha.

Una vez tenemos clasificados las soluciones más relevantes, buscamos las posibilidades de concepto más potenciales.

Inmersos en el problema, nos damos cuenta de que hay una tendencia importante hacia el cultivo en espacios urbanos y domésticos. (Anexos)

Esto favorece la generación de conceptos innovadores pero a la vez requiere de un trabajo de análisis del campo.

Hemos llegado a tres posibles conceptos previos, que podrían llegar a combinarse o tomar otras formas en función de las necesidades detectadas.

AUTOCULTIVO

DISPOSITIVO PARA MAXIMIZAR RENDIMIENTO EN LA AGRICULTURA DOMÉSTICA

ARMARIO TUTOR

DISPOSITIVO QUE CONOCE LA EVOLUCIÓN DE LA PLANTA Y ENSEÑA AL USUARIO A CUIDARLA

NATUR-ART

ELEMENTO DE DECORACIÓN DE INTERIORES QUE EMPLEA PLANTAS COMO RECURSO ARTÍSTICO

Fungicultura

En los últimos años se ha venido desarrollando una tendencia a los llamados “cultivos urbanos”, plantaciones en los barrios de las ciudades o directamente en casa de productos para el consumo. Con el tiempo, se ha convertido en un sector asentado que gana cada vez más fuerza, y que plantea nuevas formas de consumo.

Nuestro concepto propone ofrecer un sistema para el cultivo de hongos en entornos de este tipo. Los entornos urbanos y domésticos en los que comenzar a cultivar tienen la característica de ser peculiares y distintos entre sí, por lo que en vez de proponer un producto concreto con unas características totalmente definidas, aspiraremos a poner a disposición del cliente las herramientas necesarias para personalizar su propio sistema de cultivo en función del espacio del que dispone o la especie que desee comenzar a plantar.



Los hongos resultan apropiados ya que lo único que necesitan para crecer es mantener las condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad, por lo que resulta relativamente sencillo obtener un buen rendimiento en su cultivo.

Viendo las maneras que hay de plantar setas en casa hoy en día nos damos cuenta de dos cosas:

- La mayoría de los kits apenas requieren la intervención del usuario y son de uso único.
- Si se quiere un cultivo sostenible y prolongado no existen aparatos.

Para generar los conceptos hemos planteado unas EDP basándonos en el estudio de un ciclo de cultivo de champiñones, en éste caso grises azulados, ya que es el hongo más extendido en nuestras cocinas.

Se puede resumir los procesos a tres factores ambientales que tiene que regular: Temperatura, humedad y Luz.



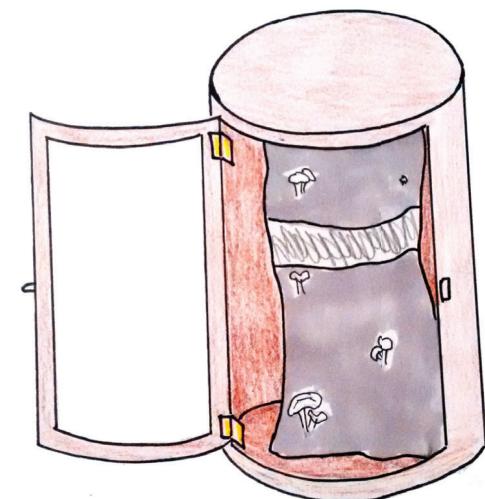
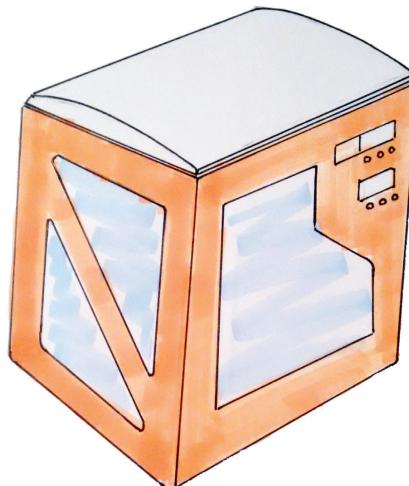
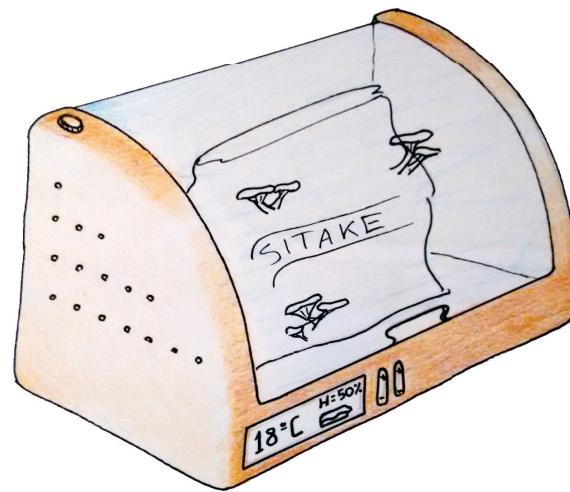
Fungicultura

EDPs:

- Temperatura, luz y humedad **regulables**.
- **Ventilación**, para eliminar CO₂.
- **Comprobable**, el estado del crecimiento.
- **Recoleitable**, la cosecha.

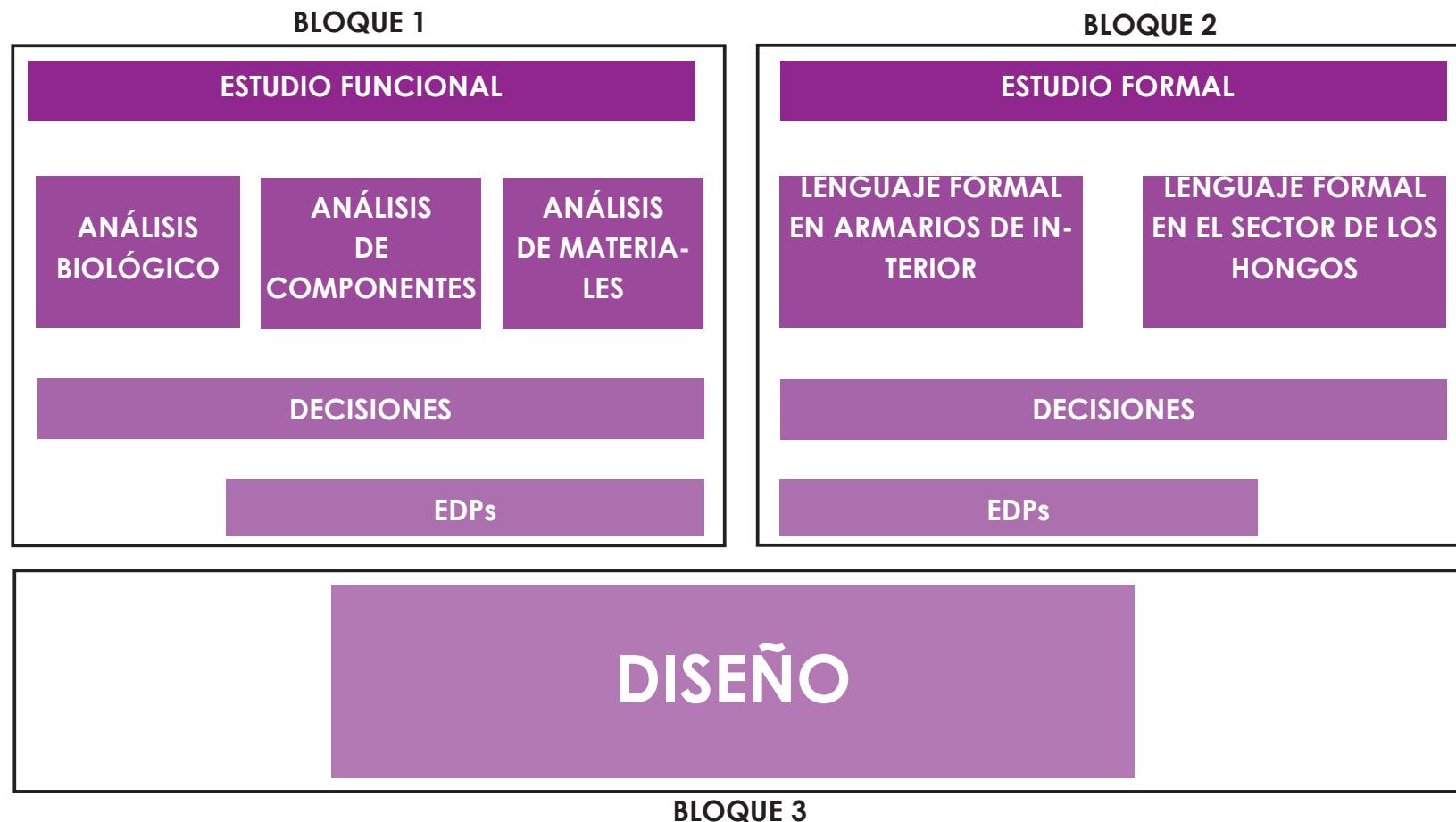
Además, para que encaje con la tendencia de los huertos en casa queremos que sea:

- **Adaptable**, a distintos hogares y espacios
- **Participativo**, involucra al usuario en el proceso



Fase 3

En esta fase se tomarán las decisiones sobre el diseño y funciones que tendrá nuestro producto. El cultivo de setas es un campo amplio y en algunos aspectos desconocido, por lo que se hace necesario basarnos en una serie de análisis específicos en la materia. El siguiente esquema servirá de guía para el proceso del diseño.



Fase 3

Como vemos, la fase de investigación queda dividida en tres grandes bloques: estudio funcional, estudio formal y desarrollo del producto. Las dos primeras comprenden una serie de análisis que tratan de recoger información útil sobre el tema, para después extraer una serie de conclusiones que sirvan como especificaciones de diseño para el desarrollo del producto en el último bloque.

ESTUDIO FUNCIONAL:

Este bloque pretende estudiar las cuestiones relativos a la función del producto y la manera de resolverlas.

ANÁLISIS BIOLÓGICO:

Se recoge la información que es necesaria conocer para llevar a cabo un cultivo de hongos: elementos necesarios, fases del proceso, formas de cultivo... También incluye una memoria con la visita a una planta de cultivo profesional, así como tres fichas acerca de cómo cultivar tres especies concretas.

ANÁLISIS DE COMPONENTES:

Estudia distintos modelos de componentes electrónicos capaces de regular las condiciones ambientales en el interior del armario.

ANÁLISIS DE MATERIALES:

Se plantean las alternativas en cuanto a los materiales que podrían ser adecuados para el diseño del producto.

ESTUDIO FORMAL:

Analiza aspectos relacionados con la definición formal y estética que tendrá el producto.

LENGUAJE FORMAL EN ARMARIOS DE INTERIOR:

Se estudian las influencias y tendencias en armarios de interior, tanto los destinados al cultivo como los que no.

LENGUAJE FORMAL EN EL SECTOR DE LOS HONGOS:

Se estudian las influencias y tendencias relacionadas con el mundo de los hongos.

LENGUAJE FORMAL EN PRODUCTO RED DOT AWARDS:

Se estudian las tendencias formales de dispositivos controladores de condiciones ambientales en el hogar ganadores del Red Dot. Ya se analizaron en la fase 1 y siguen siendo útiles para el desarrollo del concepto.

Fase 3

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Este bloque pretende plasmar la definición completa del producto, su desarrollo funcional, formal, y otros aspectos de valor.

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Se recoge la información que es necesaria conocer para llevar a cabo un cultivo de hongos: elementos necesarios, fases del proceso, formas de cultivo... También incluye una memoria con la visita a una planta de cultivo profesional, así como tres fichas acerca de cómo cultivar tres especies concretas.

ASPECTOS FUNCIONALES

Estudia distintos modelos de componentes electrónicos capaces de regular las condiciones ambientales en el interior del armario.

RENTABILIZACIÓN DEL PRODUCTO

BLOQUE 1

ESTUDIO FUNCIONAL

Este bloque pretende estudiar las cuestiones relativas a la función del producto y la manera de resolverlas. Está organizado en tres apartados: análisis biológico, análisis de componentes y análisis de materiales.

Introducción

En este apartado estudiaremos los **factores que influyen en el crecimiento** de distintas especies de hongos. Identificamos las distintas fases por las que pasan y las condiciones ideales para el crecimiento de cada una.

Las **fases** del crecimiento de una seta se puede dividir en **germanización** de sustrato con las esporas, **crecimiento y maduración** del micelio y el **brote** de las floradas que van desde nacimiento de los primordios hasta la recolecta (puede haber varias floradas en un mismo ciclo). Dependiendo de la especie y las condiciones ambientales éstas pueden variar.

SUSTRATO

Es el medio en el que se desarrolla el micelio. Puede ser de distintas materias como serrín, café, cartón, madera, cereales (arráz, trigo, avena...) y harinas o tortas proteicas de alfalfa, soja o girasol. Es importante que el contenido de nitrógeno esté comprendido entre el 0,6-1,5%.

El sustrato se humedece y prepara para mezclarlo con las esporas. Es importante que no albergue otros hongos que puedan contaminarlo.



Harinas



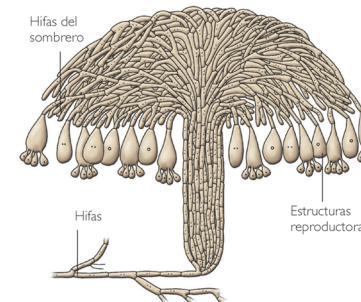
Paja



Café

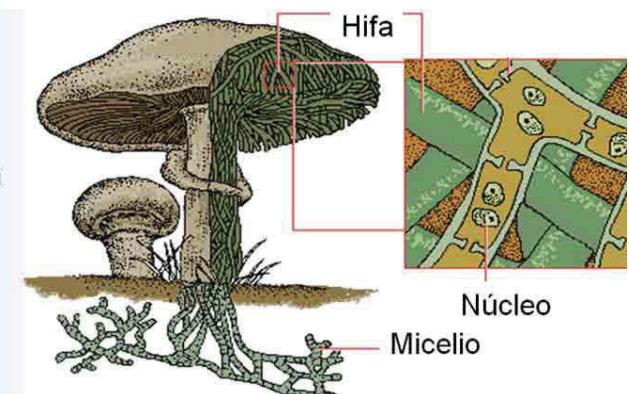
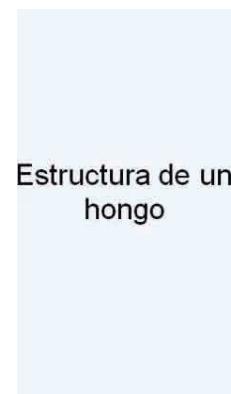
ESPORAS

La espora es un elemento importante en los ciclos vitales biológicos de plantas, hongos y algas. Existen muchos tipos y los hongos se pueden clasificar según estos. Podemos considerarlas las semillas que darán las hifas que constituyen el micelio.



MICELIO

El micelio es la masa de **hifas** que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo.



Introducción

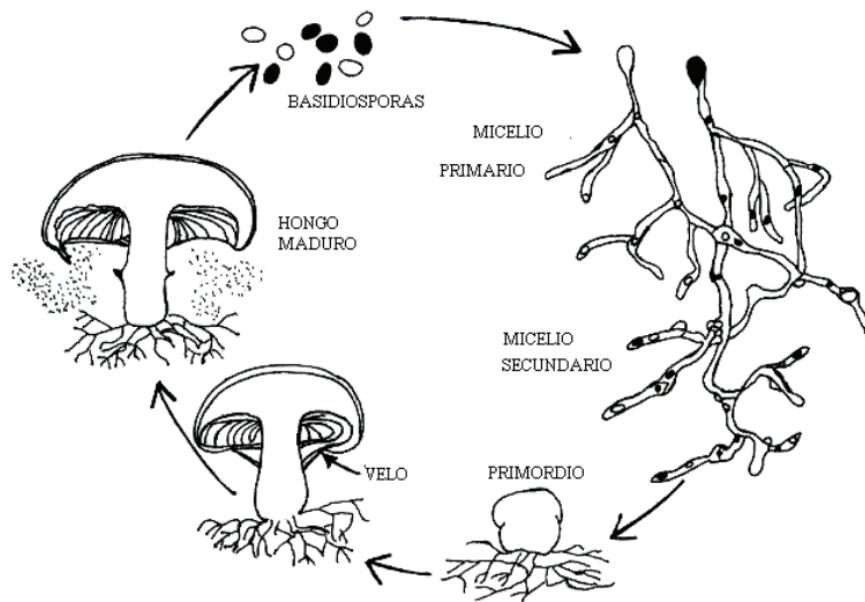
FASES DE CRECIMIENTO

FRUCTIFICACIÓN

Es la fase de crecimiento de las esporas hasta formar las primeras cadenas de micelio que colonizan el sustrato. Este término se puede utilizar para la formación de micelios durante todo el crecimiento.

PRIMORDIO

Son las primeras formaciones de setas. El primordio es al principio un pequeño botón blanco, una acumulación de micelio, en su interior se van formando las distintas estructuras de la



seta: las fértiles, himenio, que producirán las esporas o simientes y las estériles, carne, pie y sombrero, que se encargarán de facilitar la maduración y la dispersión de las esporas.

FLORADAS

Una florada es una tanda de crecimiento de setas. Dependiendo de la especie pueden tener una o varias. Normalmente en el cultivo se suele cambiar las condiciones ambientales entre una florada y la siguiente para favorecer la nueva generación de primordios.



Maneras de cultivar

SOBRE TRONCOS CORTADOS

Troncos de maderas blandas de menos de 50 cm, en los que se inocula el micelio (colocándolo en orificios o en la superficie del corte); se tienen unos meses en una zanja cubierta y cuando ya ha prendido el hongo, se sacan y se colocan, en otoño, en sitios húmedos, con la base algo enterrada.



Los árboles más adecuados son el chopo o álamo negro (*Populus nigra*) y sus híbridos, así como el chopo temblón (*Populus tremula*). También se pueden emplear el álamo blanco, los sauces, moreras, hayas, nogales, cerezos, abedules, castaños de Indias, robles y encinas.

PROS:

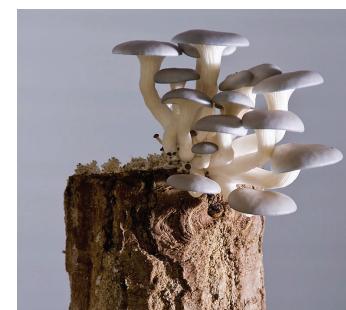
Se necesitan pocos medios.
Se reutilizan los troncos.

CONTRAS:

Depende de la madera.
Se puede degradar la madera rápidamente.

CULTIVO SOBRE TOCONES DE MADERA

Los tocones de chopos, álamos, hayas, nogales, sauce, moreras, robles y encinas, pueden aprovecharse para cultivar hongos como *Pleurotus ostreatus*, con la ventaja de que el propio hongo se encargará de atacar a la madera y en pocos años la dejará blanda, lo que facilitará la eliminación del tocón.



La siembra del micelio en el tocón se realiza a los pocos meses de la tala del árbol. Para ello se realizan unos agujeros con una barrena o taladro en diversos puntos del tocón, o algunos surcos con una sierra, con cierta inclinación hacia arriba y adentro, para evitar que se llenen de agua con la lluvia. Despues se rellenan de micelio y se cubren con tiras de papel engomado opaco.

PROS:

El cultivo es fácil
No requiere instalaciones complicadas.

CONTRAS:

Requiere el corte de árboles (reforestación)
La producción de setas dura pocos años.

Maneras de cultivar

CULTIVO SOBRE PAJA DE CEREALES

Es el método más común por su gran rendimiento. Consiste en sembrar el micelio sobre un sustrato preparado a base de paja. Suele ser corriente emplear la paja de cereales como ingrediente único o en mezclas de dos o más pajas diferentes.



Dependiendo de la estación en que se realizará la producción, su cuidado será diferente. En otoño, se podrá cultivar en un hogar con iluminación, ventilación y humedad necesaria. Si es en otra época del año, se necesitarán reguladores para controlar estas condiciones ambientales.



PROS:

El cultivo es fácil.
No requiere instalaciones complicadas.

CONTRAS:

Requiere el corte de árboles (reforestación).
La producción de setas dura pocos años.

Fases del cultivo

El crecimiento de cada especie es distinto, pero hay una serie de fases comunes a la mayoría. En este apartado explicará en que consisten las más importantes.

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Se puede adquirir un sustrato ya fertilizado con las esporas o incluso incubado para que tarden menos en salir las primeras setas.

En el caso de partir de una sustrato ya preparado será necesario mezclarlo con las esporas.

En el caso de partir desde cero tendremos que asegurarnos que el medio en el que cultivamos no contiene otros hongos

INOCULACIÓN

Es el paso en el que se mezcla el sustrato con las esporas o micelio. Es muy importante que estén limpios los utensilios que utilizamos, ya que las esporas son muy sensibles. Cualquier micro-cuerpo que entre en el sustrato proliferará con facilidad.



INCUBACIÓN

En este paso las condiciones tienen que ser favorables para que el micelio pueda colonizar el sustrato. Cuanto mayor sea la densidad de micelio más resistente será el cultivo frente a otros hongos y mayores serán las floradas. En esta fase en general es importante regular la temperatura y la cantidad de CO₂.

FRUCTIFICACIÓN, FLORADAS Y RECOLECTA

Esta es la última fase, en la que los hongos afloran a la superficie y se pueden recolectar. Según la temperatura, humedad y cantidad de CO₂ la forma será distinta. Los champiñones, por ejemplo, crecerán altos y con tallo estrecho si hay altas temperaturas y mucho CO₂. Reduciendo el dióxido de carbono podemos conseguir que crezcan con un tallo más robusto y ensanchado.

Dependiendo de la especie podremos hacer varias recolecciones o solo una. Entre florada y florada alteramos las condiciones para que el micelio pueda volver a concentrarse en nuevos primordios.



Especies analizadas

PLEUROTUS OSTREATUS

Popularmente conocida como **champiñones ostra**.

Es una seta popular para escoger por su sabor delicado y salado y por su apariencia parecida a la de una ostra.



PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Se humedece el sustrato y se agregan los aditivos necesarios (yeso, cal...). Si es necesario, se realizará la pasteurización a 25°C envuelto en plástico. Hay que mantenerlo en un lugar fresco, húmedo, ventilado e iluminado.

INCUBACIÓN

En esta fase la **temperatura** del aire estará entre los 18-22°C, mientras que la temperatura óptima del micelio será de 25°C. Después de **15-20 días**, el micelio habrá invadido el sustrato. En este momento se empiezan a formar los primordios, y se pasa al proceso de fructificación.



FRUCTIFICACIÓN

La **temperatura se baja** a 11-14°C, y se **aumenta la humedad**. Es importante una **buena ventilación**, para evitar que el dióxido de carbono alcance el 0.07%. La luz es necesaria para la fructificación del hongo, 8-12 horas diarias. Después de 1 a 3 semanas se podrán recoger las primeras setas. Se producen varias cosechas del mismo sustrato, pero la producción baja mucho a partir de la tercera.

Especies analizadas

LENTINULA EDODES

Popularmente conocida como **setas shiitake**

Esta variedad japonesa, cultivada por sus propiedades nutritiva también se llama "hongo de árbol shii". Se ha probado que el shiitake tiene efectos reductores de tumores



PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Se humedece el sustrato y se agregan los aditivos necesarios (yeso, cal...). Se realizará la pasteurización con agua 80°C, se mantiene sumergido ahí durante una hora y vuelto en plástico. Hay que mantenerlo en un lugar fresco, húmedo, ventilado e iluminado.

INCUBACIÓN



En esta fase se incuban a oscuras. La **temperatura** del aire estará entre los 20-26°C. Después de **15-30 días**, el micelio habrá invadido el sustrato. En este momento se empiezan a formar los primordios, y se pasa al proceso de fructificación.



FRUCTIFICACIÓN

La **temperatura se baja** a 15-20 °C, y se **aumenta la humedad**. Es importante una **buenas ventilación**, para evitar que el dióxido de carbono alcance el 0.07%. Después de **2 a 3 semanas** se podrán recoger las primeras setas. Se producen varias cosechas del mismo sustrato, pero la producción baja mucho a partir de la tercera.

Especies analizadas

AGARICUS BISPORUS

Popularmente conocida como **Champiñón**.

Es una de las setas más populares, versátiles y deliciosas que puedes cultivar.



PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Se humedece el sustrato y se agregan los aditivos necesarios (yeso, cal...). Se realizará la pasteurización con agua 80°C, se mantiene sumergido ahí durante una hora y vuelto en plástico. Hay que mantenerlo en un lugar fresco, húmedo, ventilado e iluminado.

INCUBACIÓN



En esta primera fase, la temperatura rondará entre 26 y 30° C, sin exceder nunca de los 30, ya que se cortaría el proceso de germinación. La humedad se mantiene en 80%. Dependiendo de los niveles de CO₂ los micelios saldrán más gruesos y bajos o finos y alargados.



FRUCTIFICACIÓN

Después de unos 30-35 días, se empiezan a recoger los champiñones de la primera florada. Los sacos dan varias floradas, cuando acaba una, se establecen las condiciones antes de que empiece la siguiente.

Visita a Alagón

Para conocer a fondo el proceso de cultivo del champiñón, contactamos con una empresa llamada Champiñón de Alagón, que desarrolla su actividad en el polígono La Ciruela, en Alagón.

Es la única empresa dedicada a esta actividad en toda la provincia de Zaragoza. Jose Luis, uno de los socios, nos recibió en su planta y nos permitió conocer de primera mano todo el proceso que conlleva el cultivo de los champiñones, desde la recepción del micelio y su germinación, hasta su florada y recogida.



Champiñón de Alagón

99

La visita nos permitió observar de cerca los requerimientos para un cultivo profesional, con la intención de adaptar los procesos a nuestro proyecto.

Uno de los principales destinos de sus champiñones es una caseta que viaja de pueblo en pueblo durante fiestas y eventos vendiendo comida y bebida, y como especialidad, brochetas de champiñón.



La información que pudimos recoger acerca del tema de parte de profesionales fue valiosa para el proyecto, por lo que la aportación se recoge en las páginas siguientes.

Cultivo industrial de champiñones

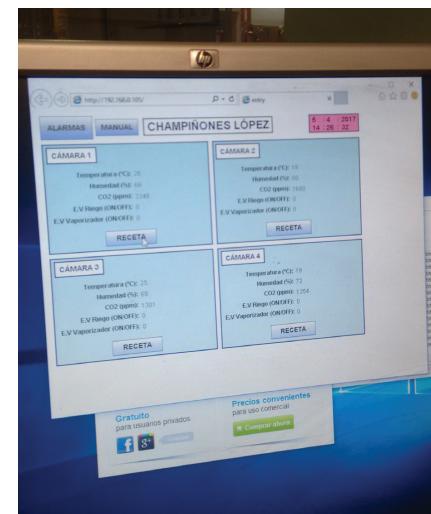
Las instalaciones de Champiñón de Alagón constan de cuatro cámaras aisladas en las que se regulan las condiciones de manera independiente. Cada cámara está desfasada 1/4 de ciclo de crecimiento con la siguiente para tener champiñones en fase de recolecta de manera continua.

Cada cámara tiene estanterías de hormigón donde se colocan los sacos de sustrato. Está equipada con sensores de temperatura, humedad y CO₂ y están conectadas a un sistema de aire acondicionado que puede calentar y enfriar el ambiente.



Una centralita interpreta los datos de los sensores y regula las condiciones de nivel de CO₂ y temperatura, únicamente la humedad se regula de manera manual, vertiendo agua en el suelo y dejando que evapore o mediante un sistema de aspersores que humedece directamente los sacos

Los champiñones no se cambian de cámara en ningún momento, desde que comienza el proceso se mantienen en las estanterías hasta que dan su última florada.



Cultivo industrial de champiñones

FASES DEL CULTIVO

1. Preparación del sustrato.

En ésta empresa los sacos de sustrato ya vienen preparados con las esporas mezcladas con la materia orgánica.



2. Germinación.

Se abren los sacos, que llegan ya germinados, por la parte de arriba, sin retirar el plástico. Esto favorece la germinación de los champiñones.



Condiciones: T: 26-30° C H: 80%

En esta primera fase, la temperatura rondará entre 26 y 30° C, sin exceder nunca de los 30, ya que se cortaría el proceso

de germinación. La humedad podría bajar al 70%, pero es aconsejable que se mantenga en 80%.

La cantidad de CO₂ en el aire también es determinante: el crecimiento variará dependiendo de la cantidad de CO₂ que expulsen los sacos. Si los sacos expulsan mucho CO₂, el champiñón saldrá de golpe, pero son pequeños, y no interesa para la venta.

Para controlar estas condiciones, hay 4 sensores en cada sala: 1 termómetro para controlar la temperatura ambiente de la sala, otro para la temperatura del saco, un sensor de humedad del ambiente, y un sensor para medir el CO₂. Estos sensores avisan al cultivador si hay alguna variación de ambiente, para que se regule, con agua, con ventiladores o calefactores.

El proceso de germinación termina después de 15 días, cuando empieza la segunda fase.

3. Enriquecimiento.

En esta fase se retira la parte de arriba del plástico, de tal forma que el micelio esté al descubierto. De esta forma, se utiliza el plástico del saco para guardar el micelio. Este micelio se labra con ganchos y se le echa la turba, una tierra orgánica rica en carbono. En el micelio se germinan los champiñones, y en la turba crecen.

Condiciones: T: 18-25°C H: 90% CO₂: 7.000-8.000 ppm (partes por millón)

Cultivo industrial de champiñones

En este proceso, las condiciones se dividen en dos fases de 8 y 6 días. En la primera, la temperatura óptima es de 25°C, mientras que en la segunda es de 18°C. El número de días de esta segunda fase se alarga hasta que salgan los primordios, que son las primeras bolas pequeñas que salen, que después se convertirán en champiñones.



Durante los primeros 6 días de esta fase se riega la turba para que esté húmeda.



4. Fructificación.

Después de unos 30-35 días, se empiezan a recoger los champiñones de la primera florada. Los sacos dan varias floradas, pero a partir de la segunda baja mucho la producción.



Por eso, se recogen sólo las primeras tres. Cuando acaba una florada, se preestablecen las condiciones antes de que empiece la siguiente.

Cultivo industrial de champiñones

OTRAS FUENTES

Además de Setas Alagón hemos contactado con más fuentes para consultar dudas sobre la viabilidad de nuestro producto y tratar temas concretos.

Hemos contactado con Hector de la empresa **Garden Poket**. Su empresa ha lanzado al mercado una caja que permite cultivar setas en casa de manera muy sencilla.



Seta'sPoket consiste de una bolsa de plástico que contiene posos de café mezclados con esporas y que ya han pasado un proceso de germanización.

Hector setas pocket:

Cree que el rendimiento de los sacos (setas pocket) no aumentaría mucho el rendimiento. El rendimiento depende mucho de la cantidad de sustrato.

Además nos recomienda que le demos un enfoque para gente que quiera producir su propio sustrato y seguir el proceso de manera más artesanal.

Otra fuente de valor ha sido **Javier Dopico**, estudiante de biología en la universidad de León.



Javi tiene experiencia en el cultivo de setas en casa y nos ha dado consejos de valor sobre como facilitar el trabajo en las distintas fases del cultivo.

Además con sus conocimientos en el campo de la biología ha podido resolvernos muchas dudas a cerca del crecimiento y las necesidades de distintas especies.

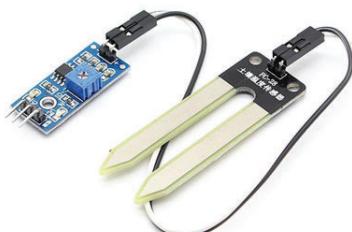
Componentes tecnológicos

Del estudio biológico conocemos las condiciones que tenemos que modificar. Ahora es necesario ver qué controladores, sensores y reguladores nos permitirán hacerlo.

CONTROLADOR



Trabajaremos con una placa de Arduino. Dependiendo de la cantidad de sensores y funciones que se incluyan tendremos que usar un modelo con más o menos entradas.



FC-28

Permite obtener la medición de humedad en valores que van desde 0 sumergido en agua, a 1023 en el aire o tierra muy seca.



DHT11 / DHT22

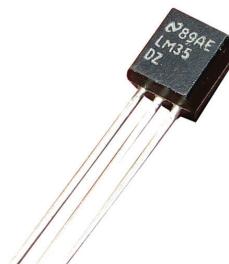
Permiten realizar la medición simultánea de temperatura y humedad.

DHT11 (AZUL)

- Medición de temperatura entre 0 a 50, con una precisión de 2°C
- Medición de humedad entre 20 a 80%, con precisión del 5%.
- Frecuencia de muestreo de 1 muestras por segundo (1 Hz)

DHT22 (BLANCO)

- Medición de temperatura entre -40 a 125, con una precisión de 0.5°C
- Medición de humedad entre 0 a 100%, con precisión del 2-5%.
- Frecuencia de muestreo de 2 muestras por segundo (0.5 Hz)



LM35

Permiten realizar la medición de la temperatura.

- Rango de temperatura: -40 a +110 °C (LM35C), 0 a +100 °C (LM35D)
- Precisión: $\pm 0,75$ °C (típica)

Componentes tecnológicos

**TMP36**

Permiten realizar la medición de la **temperatura**.

- Rango de temperatura: -40 a +125 °C
- Precisión: $\pm 0,5$ °C (típica)

SENSOR DE CO₂**MG 811**

Permiten realizar la medición de la cantidad de CO₂ en el aire.

- Rango de 0 a 5000 ppm de alta precisión
- Rango de 0 a 50000 ppm de precisión por bloques

REGULACIÓN DE TEMPERATURA

Para regular la temperatura es posible emplear placas peltier. Estas consiguen enfriar una de sus caras a costes de calentar la opuesta. El lado frío y el caliente se pueden invertir simplemente cambiando la polaridad.

Para Mejorar el rendimiento se les coloca un disipador y un ventilador que aumentan el aire que entra en contacto con la placa.

**TEC1-12706**

Permite bajar la temperatura en una do los laterales y elevarla en el otro.

- Opera temperatura: -30C a 70C
- El consumo de energía max: 60w

**KIT VENTILADOR**

Disipadores a ambos lados y ventiladores mejoran el funcionamiento

**REGULADOR DE TEMPERATURA**

Existen módulos para regular la temperatura con la tecnología de efecto Peltier.

Componentes tecnológicos

REGULACIÓN DEL CO₂

Los niveles de CO₂ dependen del micelio y su aumento se puede regular solo nímicamente. Para reducirlo será suficiente con una apertura o un ventilador.



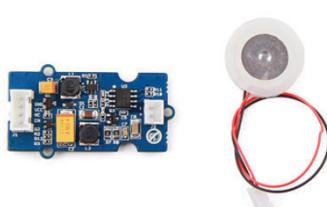
VENTILADOR

Permite el intercambio de aire con el exterior.

Los tamaños varían de 30 x 30 mm a 120 x 120 mm.

HUMIFICADOR

Para aumentar los valores de humedad no es imprescindible el uso de componentes electrónicos. En caso de hacerlo la manera más compacta es mediante la vaporización ultrasónica



WATER ATOMIZATION V1.0

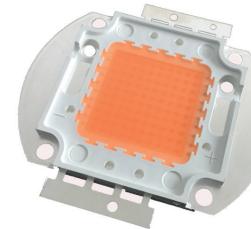
La pletina se introduce en el agua y al vibrar convierte el agua en vapor

ILUMINACIÓN

La iluminación puede ser para favorecer el crecimiento de ciertas especies o como elemento comunicativo del diseño. Aquí hay que evitar que el calor que desprenden altere el crecimiento y el espectro de luz ha de ser de espectro completo si es para apoyar el desarrollo del cultivo.



LED simple de espectro completo



LED dispuestos en una matriz

Para la iluminación decorativa o con fines distintos a los de mejorar el cultivo lo más sencillo es usar LEDs por su reducido tamaño y consumo y la variedad de formas y colores en que se pueden obtener.

Requerimientos

Los materiales empleados para el diseño del producto deberán tener unas características determinadas, dada la función que realizará.

AISLANTE TÉRMICO: Dado que las condiciones en el interior variarán respecto a las de la estancia, deberá garantizar que no haya interacción térmica entre ambos espacios.

RESISTENTE A LA HUMEDAD: El grado de humedad en el interior será elevado, por lo que el material debe garantizar que puede funcionar bajo este tipo de condiciones.

RESISTENTE A LA CORROSIÓN QUÍMICA: Los procesos biológicos en el interior del armario liberan sustancias como CO₂. Además, el armario requerirá de limpieza para retomar el proceso de cultivo.

PROPIEDADES MECÁNICAS: La necesidad de que el armario pueda ser construido por el propio usuario, así como el tener que soportar el peso del sustrato, hacen que tenga ciertos requerimientos mecánicos. Además, no conviene que sea excesivamente pesado.



Posibles alternativas

CERÁMICA

La cerámica es un material muy utilizado en el recubrimiento y decoración de las fachadas, sobre todo por sus características térmicas. Su resistencia a la tensión puede llegar a ser mayor que el del acero, pero su alta fragilidad lo convierten en un material difícil de utilizar en algunos objetos. Para mejorar sus características mecánicas y aligerar su peso, se utilizan paneles sandwich, que son las formadas por la adhesión de dos caras a un núcleo. En estos casos se utiliza la cerámica con algún aislante o polímero sintético.

VENTAJAS

- Aislante térmico
- Alta resistencia a compresión
- Alta resistencia a tensión
- Alta variedad
- Resistencia a agentes químicos/atmosféricos



DESVENTAJAS

- Frágil
- Pesado (modificable)
- Relativamente caro

POLIPROPILENO

El polipropileno es un polímero termoplástico muy utilizado en muchos ámbitos por sus diversas características y variedad de aplicaciones. Las características de este material son fácilmente modificables añadiendo distintos aditivos o modificando su estructura química. Otra forma de reforzar el polipropileno es utilizar un material de refuerzo, aunque esto puede aumentar el coste.

VENTAJAS

- Económico
- Alta resistencia a agentes químicos
- Ligero
- Duro/resistente
- Recicable



DESVENTAJAS

- Menor resistencia a altas temperaturas
- Resistencia a la pintura



Posibles alternativas

ALUMINIO

El aluminio, debido a sus propiedades, es uno de los metales que más se utiliza para producir variados y complicados tipos de perfiles que se usan principalmente en las construcciones de carpintería metálica. Devido a que el aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, casi siempre se forman aleaciones con otros elementos. Según los elementos con los que se alea obtiene diferentes características. Los elementos más utilizados son el cobre, el magnesio, el zinc y el silicio.

VENTAJAS

- Abundante en la naturaleza
- Ligero
- Durabilidad
- Resistente a corrosión
- Fácil de alear



DESVENTAJAS

- Conductor eléctrico
- Blando (si es puro)
- Pérdidas de temperatura
- Se puede picar



POLIETILENO

El polietileno es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación. Además, su simpleza como material le hacen un material muy versátil. Las características del material, y por ello su utilidad dependen mayormente por su proceso de fabricación. Estas pueden ser extrusión, inyección, soplado o moldeo. También permite que se le añadan aditivos.

VENTAJAS

- Económico
- Fácil de fabricar
- Resistencia a impactos
- Ligero
- Vida útil larga



DESVENTAJAS

- Flexible
- Peores propiedades mecánicas



Conclusiones

Tras la información recopilada y analizada en este bloque, podemos obtener una serie de conclusiones que nos sirven como especificaciones para el diseño de nuestro producto.

ANÁLISIS BIOLÓGICO

De todos los factores ambientales que pueden condicionar el desarrollo de los hongos: temperatura, humedad, nivel de CO₂ e iluminación; las dos primeras resultan ser las más importantes, mientras que las otras nos son críticas. Por eso, **bastaría con que el producto fuese capaz de controlar la temperatura y la humedad.**

Se han analizado tres especies que permiten un cultivo relativamente sencillo: champiñón, seta ostra y shiitake. Tras recopilar sus ciclos de crecimiento, sabemos que **la temperatura oscilará entre los 15 y 30°C, y la humedad entre el 80 y el 95%.**

ANÁLISIS DE COMPONENTES

La electrónica estará compuesta por los sensores y reguladores tanto de temperatura como de humedad, además de los componentes necesarios para el control (posibles condensadores, relés, etc).

Para regular la temperaturas se ha elegido una placa de efecto Peltier por dos razones. En un hogar la temperatura media la temperatura media se encuentra entre los 19 y los 22°C centígrados, por lo que el armario deberá tanto enfriar como calentar, y la

placa Peltier ofrece esta posibilidad. Además, tiene un gran rendimiento térmico en un reducido tamaño.

La humedad estará regulada por un pequeño humidificador ultrasónico, que está preparado para volúmenes más grandes (armarios o pequeñas estancias). Para permitir un flujo dentro del cajón que consiga unos parámetros ambientales uniformes, **se colocarán unos ventiladores que aseguren el movimiento del aire** cuando los reguladores estén trabajando. La placa Peltier llevará uno cada lado, y el humidificador otro más pequeño.

Dada la naturaleza modular del producto y su convivencia con niveles altos de humedad, parece necesario **agrupar toda la electrónica en un solo lugar**, para después unirlo al resto del armario. **El sistema funcionará con corriente continua** ya que tanto la placa Peltier como el Arduino lo requieren.

ANÁLISIS DE MATERIALES

Tras evaluar varios materiales, parece claro que el polipropileno es una alternativa muy conveniente. La cerámica podría resultar muy pesada y sobretodo frágil para un producto que debe ser montado por el usuario, el aluminio es pero aislante térmico, y el polietileno presenta peores propiedades mecánicas. **El polipropileno cumple con todos los requerimientos del producto** (aislante térmico, resistente a la humedad y la corrosión química y con ciertas propiedades mecánicas) sin un elevado precio.

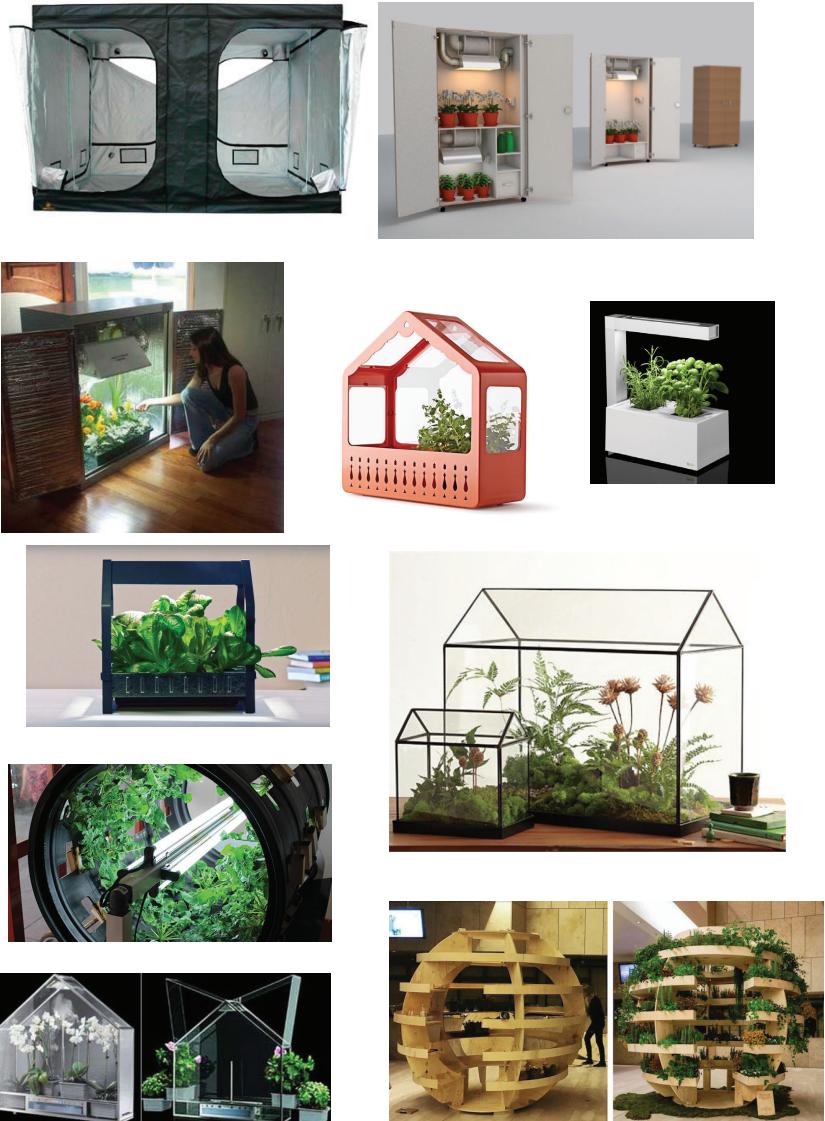
Además, se trata de un material que permite diferentes procesos de fabricación, con lo que se consiguen subproductos diversos y con gran potencial de aplicación al producto, como perfiles extrusionados o paneles aislantes.

BLOQUE 2

ANÁLISIS FORMAL

Analiza aspectos relacionados con la definición formal y estética que tendrá el producto. Para ello nos apoyaremos en el lenguaje formal tanto de armarios de interior y del sector de los hongos, así como en las conclusiones de productos Red Dot analizados en la fase 1.

Armarios de interior



En los armarios de cultivo pueden distinguirse **cuatro alternativas en cuanto a su planteamiento formal**.

Muchos se asemejan a cualquier mueble de casa de tipo armario. Aunque contengan un cultivo en el interior, tienden a ser bastante discretos, y sus **rasgos estéticos son similares a los de cualquier armario**: formas geométricas muy simples casi siempre paralelepípedas y materiales como la madera o polímeros.

Otros están planteados como **pequeños invernaderos**. Sus formas geométricas limpias y estables (algunas veces evocan las de los invernaderos de explotación) se combinan con una intención de destacar visualmente las plantas que crecen en el interior, de forma que resultan en un elemento de decoración agradable.

Algunos armarios de cultivo, en especial los que son de una legalidad dudosa, se construyen con una **estructura de varillas y telas, similar a las tiendas de campaña**. Su orientación es totalmente funcional, por lo que no se plantea una estética trabajada y recuerdan a un producto de uso temporal.

La última alternativa prima el carácter formal del producto, que más que un armario pretende ser un **mueble escultórico decorado con plantas**. Por ello, plantean formas muy variadas, siempre atractivas para resaltar en el interior de la estancia.

Sector de los hongos



En el mercado existen productos destinados al autocultivo de hongos. Generalmente se tratan de **packs de cultivo (en sacos o cajas)** que contienen el sustrato preparado para el crecimiento de los hongos. Esto hace que se fabriquen con materiales desechables, generalmente cartón o algún tipo de polímero.

Este sector se caracteriza por valores como la **sencillez y el gusto por la naturaleza**. Por eso es muy frecuente encontrarse con cartón a cara vista y con **marrones en general que, muchas veces combinados con verdes y naranjas, evocan el la tierra, el bosque y la montaña**, entorno natural del crecimiento de los hongos.

También es importante destacar que todos estos productos se enmarcan en un **planteamiento “do it your self”**, que forma una parte muy significativa de la relación que establece con el usuario y la manera de comuincarse.

Productos Red Dot Awards



La gran mayoría los productos mantienen **formas geométricas simples (cubos, ortoedros, cilindros)** resueltas con **alguna curva o elemento que suavice la forma y la haga más atractiva**. Lo cual transmite una imagen **compacta y simplificada, muchas veces combinada con un factor de tecnológico que le aporta modernidad**. La simplicidad y la falta de botones o pantallas transmite al usuario una sensación de facilidad de uso del producto.

Las gama es bastante reducida, utilizando sobre todo como **color principal el blanco y como secundarios grises o negros**. El blanco en los productos transmite pureza y seguridad, mientras que los grises y negros denotan tecnología.

Algunos productos tienen acabados brillantes para dar un aspecto de limpieza. Otros, en cambio, optan por acabados mate, ya que no conviene tener muchos reflejos en el hogar.

Conclusiones

LENGUAJE FORMAL EN ARMARIOS DE CULTIVO

De todos los factores ambientales que pueden condicionar el desarrollo de los hongos: temperatura, humedad, nivel de CO₂ e iluminación; las dos primeras resultan ser las más importantes, mientras que las otras nos son críticas. Por eso, **bastaría con que el producto fuese capaz de controlar la temperatura y la humedad.**

Se han analizado tres especies que permiten un cultivo relativamente sencillo: champiñón, seta ostra y shiitake. Tras recopilar sus ciclos de crecimiento, sabemos que **la temperatura oscilará entre los 15 y 30°C, y la humedad entre el 80 y el 95%.**

ANÁLISIS DE COMPONENTES

La electrónica estará compuesta por los sensores y reguladores tanto de temperatura como de humedad, además de los componentes necesarios para el control (posibles condensadores, relés, etc).

Para regular la temperaturas se ha elegido una placa de efecto Peltier por dos razones. En un hogar la temperatura media la temperatura media se encuentra entre los 19 y los 22°C centígrados, por lo que el armario deberá tanto enfriar como calentar, y la placa Peltier ofrece esta posibilidad. Además, tiene un gran rendimiento térmico en un reducido tamaño.

La humedad estará regulada por un pequeño humidificador ultrasónico, que está preparado para volúmenes más gran-

des (armarios o pequeñas estancias). Para permitir un flujo dentro del cajón que consiga unos parámetros ambientales uniformes, **se colocarán unos ventiladores que aseguren el movimiento del aire** cuando los reguladores estén trabajando. La placa Peltier llevará uno cada lado, y el humidificador otro más pequeño.

Dada la naturaleza modular del producto y su convivencia con niveles altos de humedad, parece necesario **agrupar toda la electrónica en un solo lugar**, para después unirlo al resto del armario. **El sistema funcionará con corriente continua** ya que tanto la placa Peltier como el Arduino lo requieren.

ANÁLISIS DE MATERIALES

Tras evaluar varios materiales, parece claro que el polipropileno es una alternativa muy conveniente. La cerámica podría resultar muy pesada y sobretodo frágil para un producto que debe ser montado por el usuario, el aluminio es pero aislante térmico, y el polietileno presenta peores propiedades mecánicas. **El polipropileno cumple con todos los requerimientos del producto** (aislante térmico, resistente a la humedad y la corrosión química y con ciertas propiedades mecánicas) sin un elevado precio.

Además, se trata de un material que permite diferentes procesos de fabricación, con lo que se consiguen subproductos diversos y con gran potencial de aplicación al producto, como perfiles extrusionados o paneles aislantes.

BLOQUE 3

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Tras haber realizado los análisis correspondientes en los bloques 1 y 2, este último bloque recoge el planteamiento del concepto del producto, englobando desarrollo funcional, formal, secuencia de uso y otros aspectos de valor.

Concepto de producto

FUNG IT

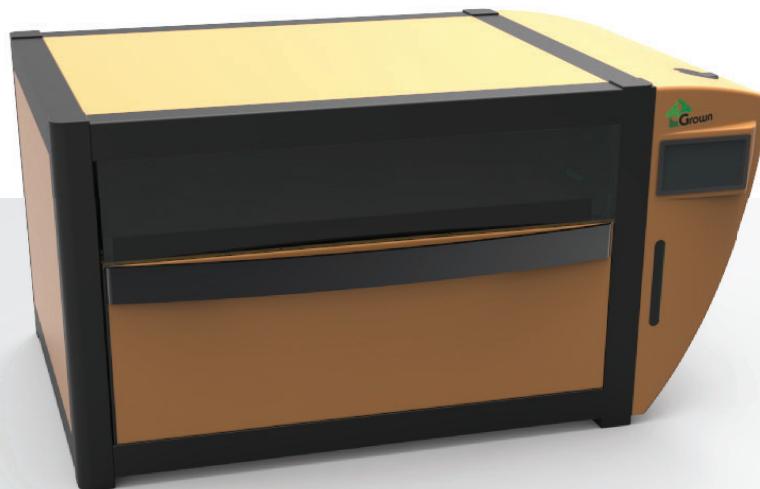
FUNG IT consiste en un armario modular para el cultivo de hongos en interior. Orientado tanto para hogares como negocios de restauración, permite disfrutar tanto del crecimiento como del consumo de hongos totalmente naturales.

En su interior se regulan los niveles de temperatura y humedad para potenciar el crecimiento a partir de un sustrato incubado con la especie de hongos elegida. Estructuralmente, tiene dos partes diferenciadas: el armario y el módulo de control.

Estructura

El cuerpo cumple con la función de albergar el micelio en el que se desarrollarán los hongos y de aislar las condiciones ambientales generadas dentro del exterior.

CUERPO



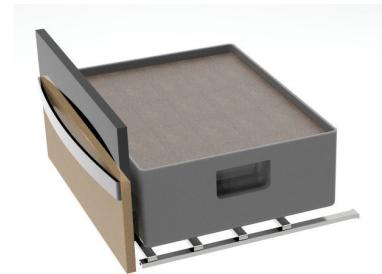
La puerta consta de una ventana de cristal para observar el cultivo sin tener que abrir la caja.

Unas asas en el cajón facilitan reponer o mover el micelio.

El cajón se construye con perfiles de extrusión y paneles aislantes de polipropileno, ensamblados con unas guías con un sistema de machihembrado. Esto facilita el montaje y lo hace más hermético.

La puerta está unida a una estructura de travesaños donde se apoya el micelio.

La estructura desliza sobre unas guías horizontales que permiten extraerla para recoger los hongos.



Estructura

El módulo de control integra toda la electrónica, y es el encargado de controlar los parámetros de temperatura y humedad en función de los ciclos de crecimiento de la especie. **Estudio de los componentes electrónicos en el anexo 2.**

La **placa Peltier** es el elemento que se encarga de transmitir el calor al armario por medio de los **disipadores y ventiladores**.

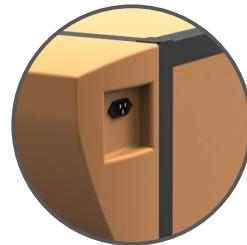
El **depósito de agua** contiene 500 ml. Se rellena a través de una **tapa** en la parte superior del módulo.

La **electrónica de Arduino** está protegida de la humedad mediante una **carcasa**.

El módulo dispone de una **pantalla táctil** desde la que se puede controlar las condiciones que queremos dentro del cajón.

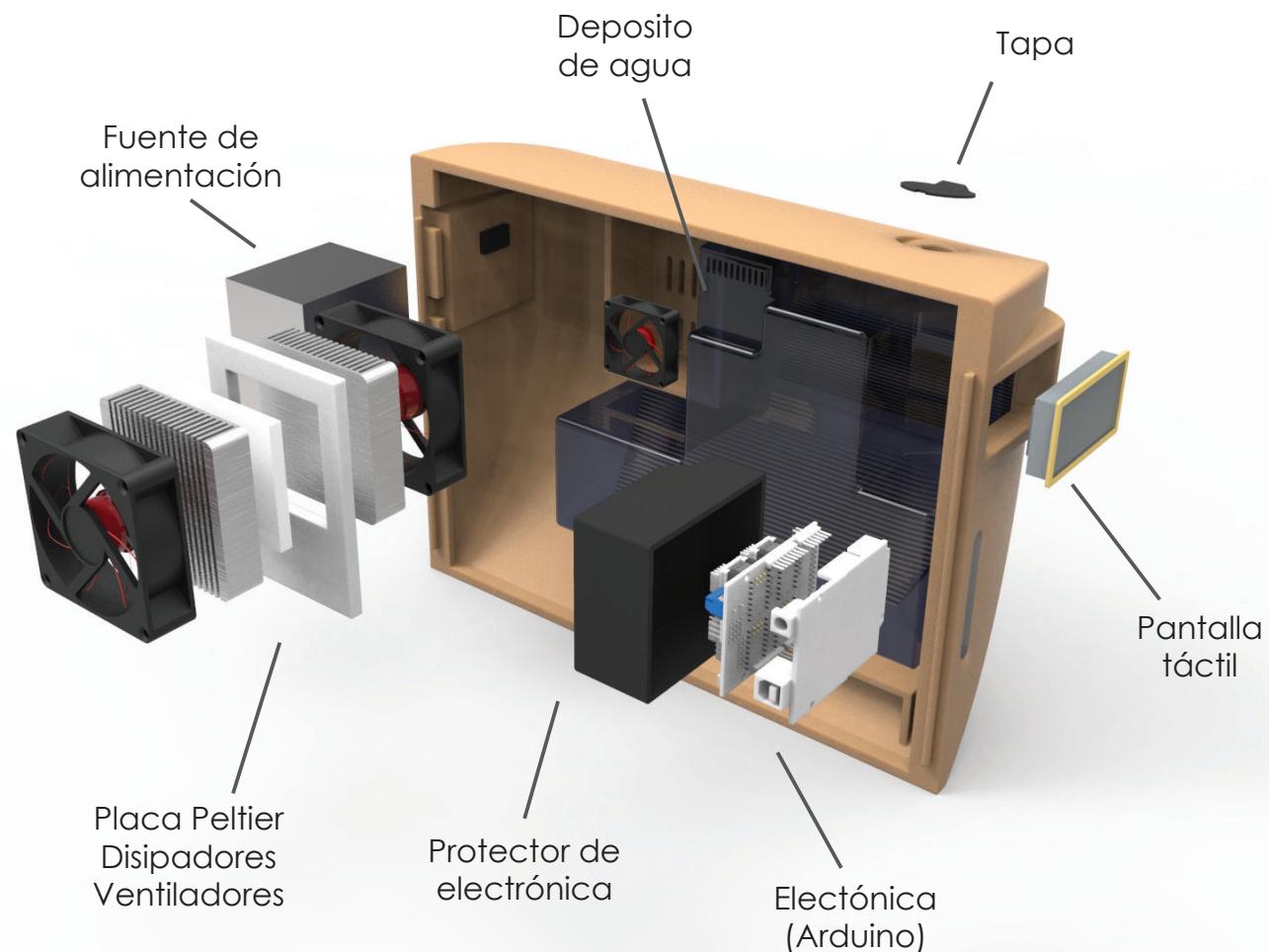


Pantalla táctil de control



Toma de corriente

MÓDULO DE CONTROL



Modularidad



El producto presenta una estructura modular que lo hace capaz de adaptarse a las necesidades de cada usuario. El usuario que desee un cultivo pequeño comprará un único módulo. Si desea sacar más rentabilidad, podrá adquirir más piezas en función de la distribución que desee. Un mismo módulo de control puede regular el aire para un armario de 6 módulos.



DISEÑA TU PROPIO CULTIVO, CULTIVA TU PROPIA COMIDA

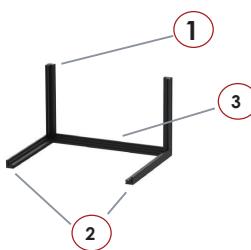
FUNG IT aprovecha el carácter “do it yourself” de los productos para el autocultivo, involucrando al usuario en el proceso de diseño.

Secuencia de montaje

MONTAJE INDIVIDUAL

PASO 1

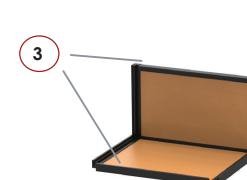
Se montan los perfiles 1 con los 2 mediante el 3.


PASO 2

Se colocan los paneles A y B.


PASO 3

Se fijan los paneles A y B mediante los perfiles 3.


PASO 4

Se coloca el módulo a la derecha.


PASO 5

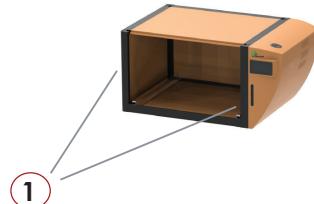
Se encajan en la parte superior los perfiles 2.


PASO 6

Se coloca el panel B en el techo a traves de las guías.


PASO 7

Se acaba de fija la estructura con los perfiles 1.



Una vez copletada la estructura conseguimos una buena base para colocar el peso del micelio.


PASO 8

Se atornillan las guias a la estructura y se coloca el cajon.


PASO 9

Se atornilla la puerta al cajón y se colocan los embellecedores en caso de no apilar.



Secuencia de montaje

MÓDULOS FUNG IT



FUNG IT

MÓDULOS.....	1
POTENCIA.....	31W
PRECIO.....	61€

FUNG IT

MÓDULOS.....	2
POTENCIA.....	45W
PRECIO.....	76€



FUNG IT

MÓDULOS.....	3
POTENCIA.....	61W
PRECIO.....	91€

FUNG IT

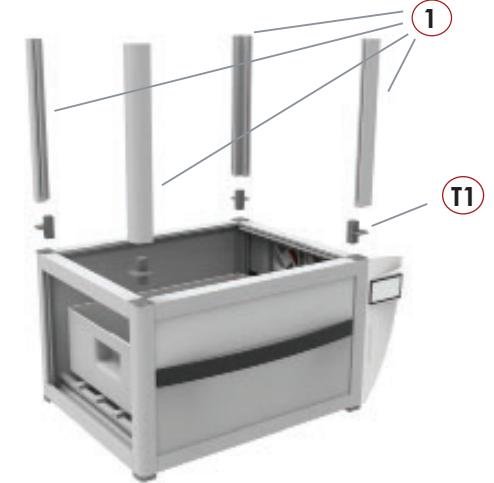
MÓDULOS.....	4
POTENCIA.....	81W
PRECIO.....	106€



MONTAJE DE MÓDULOS

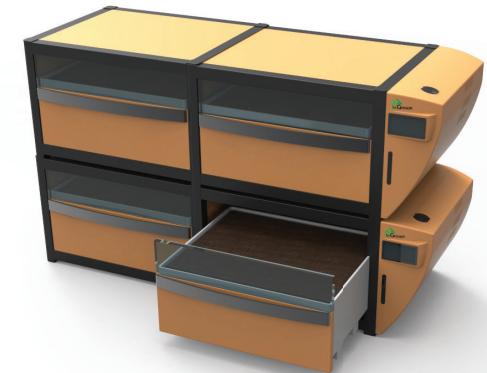
ACOPLAMIENTO VERTICAL

El acoplamiento de un cajón en la parte superior o inferior se realiza mediante unos tacos, T1. En primer lugar se quitan los embellecedores, y en el orificio se meten las justas. de esta forma unimos los perfiles 1.



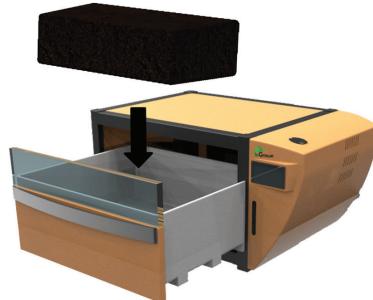
ACOPLAMIENTO HORIZONTAL

Para colocar un cajones alineados horizontalmente desacoplamos los módulos y se elimina la pared que queda entre los dos cajones



Secuencia de uso

1
COLOCAR EL MICELIO EN LA CAJA



2
ENCENDER Y ELEGIR EL TIPO DE CULTIVO



3
RELLENAR EL DEPÓSITO DEL AGUA



4
CRECIMIENTO DE LOS HONGOS



5
RECOLECTAR TU COSECHA



Renders

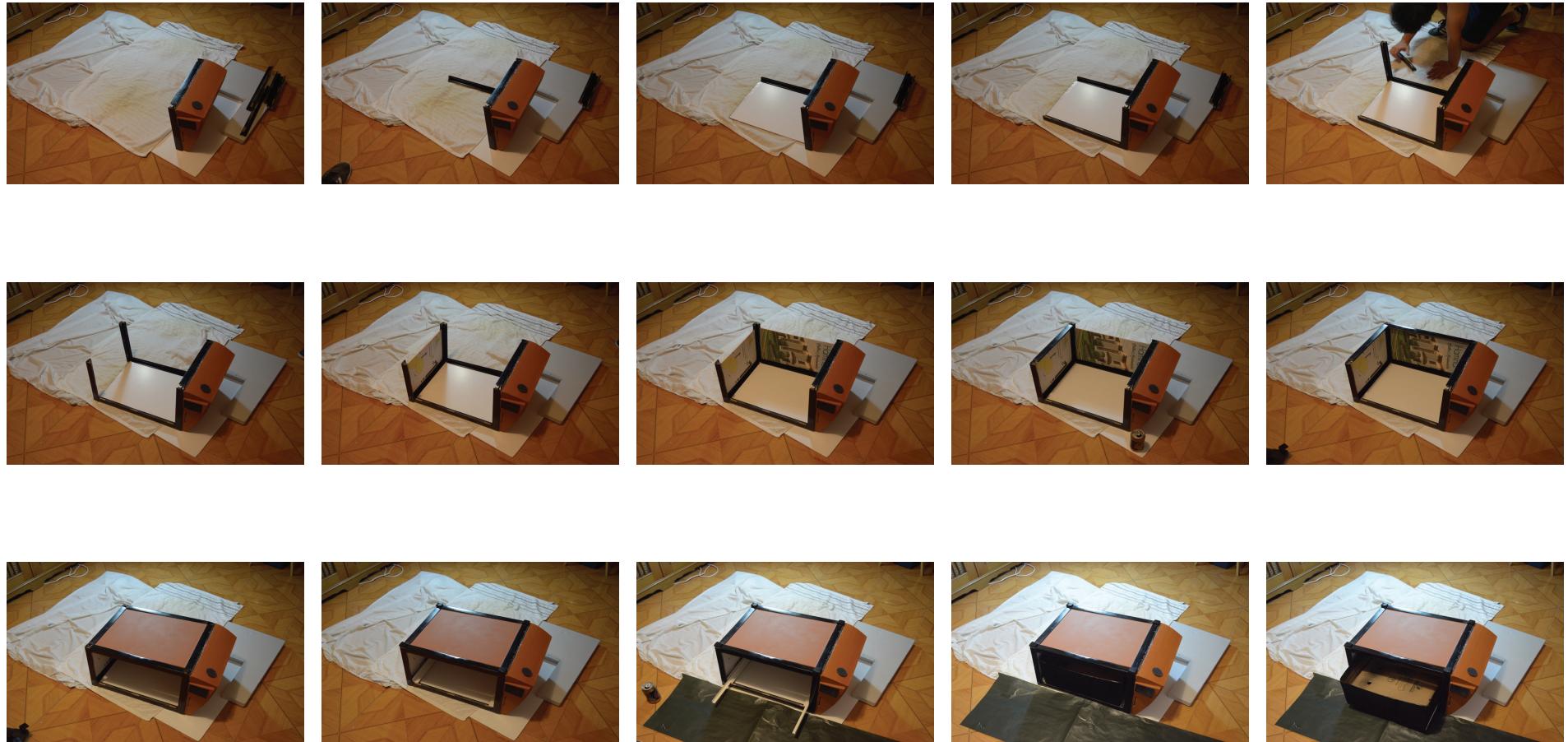


Montaje de la maqueta

TIEMPO DE MONTAJE

El tiempo de montaje desde sacar los componentes del embalaje hasta montar por completo el producto ha sido calculado a partir del tiempo que tardamos en montar la replica.

7 minutos



Fotos de la maqueta



PERFILES, PANELES Y PUERTA

Se ha reproducido el sistema de machihembrado de unión de paneles y perfiles. De forma que la maqueta se puede montar del mismo modo que se montaría el producto real.

La puerta va fija al cajón, permite la visibilidad del interior y dispone de un asa para la apertura.

PANTALLA Y DEPÓSITO

La maqueta consta de una simulación del depósito de agua en la que se representa el funcionamiento

Fotos de la maqueta



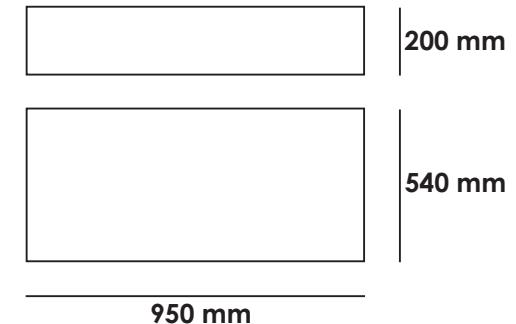
Packaging

PACK DE UN CAJÓN CON UN SOLO MÓDULO

El sector se caracteriza por valores como la sencillez y el gusto por la naturaleza. Por eso en los packaging de kits de cultivo convencionales es muy frecuente encontrarse con cartón a cara vista y con marrones en general que, muchas veces combinados con verdes y naranjas, evocan el la tierra, el bosque y la montaña, entorno natural del crecimiento de los hongos.

Dado que Fung It incorpora un valor tecnológico, se ha decidido que el packaging, aunque mantie-

ne referencias al lenguaje formal del sector, se base en un fondo blanco y una composición limpia. Además, incorpora información tanto de los elementos electrónicos como de otros aspectos del producto como la modularidad. Esto se alinea con el concepto del producto, que respeta el cultivo de los hongos y todo lo que le rodea, pero introduce un factor de innovación y tecnología que se convierte en uno de sus principales valores.



Rentabilización del producto

Queremos estimar en cuánto tiempo un usuario puede amortizar la compra de uno de nuestros productos.

Para ello contrastaremos los costes de producir setas shiitake con nuestro producto y con alternativas en el mercado y comercios.

Calcularemos los kilogramos de setas anuales que se pueden conseguir utilizando **Fung It** y el precio por kilogramo transcurridos 2 años en funcionamiento.

A continuación lo contrastaremos con el precio de setas adquiridas en un supermercado y con otros kits de setas.

¿Cuánto cuesta adquirir nuestro producto?

Nº	adquisición	Consumo 1ª fase	Consumo 2ª fase	Consumo 3ª fase	materia prima	Total
1	61€					61€
2	76€					76€
3	91€					91€
4	106€					106€

¿Cuánto cuesta mantenerlo?

Las setas shiitake tienen una duración de ciclo de cultivo de aproximadamente 40 días. En la primera fase tiene que mantenerse a una humedad elevada. El sistema de humidifica-

ción consume aproximadamente 15 w. Supondremos los siguientes tiempos de funcionamiento para cada tamaño:

- 1 Módulo: 3h por día
- 2 Módulos: 4,5h por día
- 3 Módulos: 5,5 h por día
- 4 Módulos: 6,5h por día

Durante 2 años (720 días) se pueden realizar en la situación ideal 18 ciclos de crecimiento completos. Supondremos una tasa de éxito del 85%, por lo que tendremos 15 ciclos de los que conseguimos cosecha y 3 de los que no.

La primera fase dura 8 días. suponiendo un precio medio de 0,1238 € por un Kwh tendremos los siguientes gastos:

Horas encendido * 8 días * 18 ciclos * 0.015kw * 0.1238 €

Nº	adquisición	Consumo 1ª fase	Consumo 2ª fase	Consumo 3ª fase	materia prima	Total
1	61€	0.8€				61.8€
2	76€	1.20€				77.20€
3	91€	1.47€				91.47€
4	106€	1.73€				107.73€

En la **segunda fase** tendrá que mantener la temperatura en 26 °C durante 17 días. Partiendo de una temperatura ambiente de 21°C tendremos los siguientes gastos

DEFINICIÓN DE PRODUCTO

La densidad de flujo de calor (W/m^2), q , del espacio cerrado es de **18,18 W/m²**. Dependiendo del tamaño tendremos los siguientes consumos aproximados:

=

1 Módulo: Area = 0,94m ²	;	18,18 W/m ² * 0,94m ² = 17W
2 Módulos: Area = 1,64m ²	;	18,18 W/m ² * 1,64m ² =29,8W
3 Módulos: Area = 2,28m ²	;	18,18 W/m ² * 2,28m ² = 41,45W
4 Módulos: Area = 2,66m ²	;	18,18 W/m ² * 2,66m ² = 48,4W

con la misma fórmula que el apartado anterior sacamos el gasto total en 2 años.

24h * 17 días *18 ciclos * A kw * 0.1238 €

Nº	adquisición	Consumo 1ª fase	Consumo 2ª fase	Consumo 3ª fase	materia prima	Total
1	61€	0,8€	15,4€			77,2€
2	76€	1,20€	27€			104,20€
3	91€	1,47€	37€			128,47€
4	106€	1,73€	44€			151,73€

En la **tercera fase** tendrá que mantener la temperatura en 20°C durante 17 días. Partiendo de una temperatura ambiente de 21°C tendremos los siguientes gastos.

La densidad de flujo de calor ahora es de **3,63 W/m²**.

1 Módulo: Area = 0,94m ²	;	3,63 W/m ² * 0,94m ² = 3,4W
2 Módulos: Area = 1,64m ²	;	3,63 W/m ² * 1,64m ² =5,95W
3 Módulos: Area = 2,28m ²	;	3,63 W/m ² * 2,28m ² = 8,3W
4 Módulos: Area = 2,66m ²	;	3,63 W/m ² * 2,66m ² = 9,65W

con la misma fórmula que el apartado anterior sacamos el gasto total en 2 años.

24h * 17 días *18 ciclos * A kw * 0.1238 €

Nº	adquisición	Consumo 1ª fase	Consumo 2ª fase	Consumo 3ª fase	materia prima	Total
1	61€	0,8€	15,4€	3€		80,2€
2	76€	1,20€	27€	5,40€		109,60€
3	91€	1,47€	37€	7,54€		136,01€
4	106€	1,73€	44€	8,77€		160,50€

¿Cuanto cuestan las materias primas?

Un Kg de micelio en grano se Shiitake cuesta 23€ y es suficiente para mezclar con 14 kg de sustrato. La gran mayoría de los sustratos se pueden adquirir sin dinero, como cartón, serrín o posos de café.

15 Kg de sustrato con esporas es suficiente para 2 tandas de cultivo y por cada kg de sustrato en buenas condiciones de consigue entre 300 y 350 g de shiitakes.

Así a lo largo de 2 años los gastos en micelio y sustrato serán

Rentabilización del producto

los siguientes:

1 Módulo: $23/2 * 18 = 207 \text{ €}$

2 Módulos: $23/2 * 18 * 2 = 414 \text{ €}$

3 Módulos: $23/2 * 18 * 3 = 621 \text{ €}$

4 Módulos: $23/2 * 18 * 4 = 824 \text{ €}$

Así el precio total será el siguiente:

Nº	adquisición	Consumo 1ª fase	Consumo 2ª fase	Consumo 3ª fase	materia prima	Total
1	61€	0,8€	15,4€	3€	207€	287,2€
2	76€	1,20€	27€	5,40€	414€	523,60€
3	91€	1,47€	37€	7,54€	621€	757,01€
4	106€	1,73€	44€	8,77€	824€	984,50€

Sabiendo que cada para cada ciclo se usan 7,5 kg de micelio y tomamos un éxito del 85% de los cultivos la producción total de cada conjunto será:

1 Módulo: $15/2 * 18 * 0.85 = 114,75\text{kg}$

2 Módulos: $15/2 * 18 * 2 * 0.85 = 229,5\text{Kg}$

3 Módulos: $15/2 * 18 * 3 * 0.85 = 344 \text{ Kg}$

4 Módulos: $15/2 * 18 * 4 * 0.85 = 459 \text{ Kg}$

Concluimos en calcular el precio por 1Kg de shiitakes para los distintos tamaños.

1 Módulo: $287,2 \text{ €} / 114,75\text{kg} = 2,50 \text{ €/Kg}$

2 Módulos: $523,60 \text{ €} / 229,5\text{Kg} = 2,28 \text{ €/Kg}$

3 Módulos: $757,01 \text{ €} / 344 \text{ Kg} = 2,2 \text{ €/Kg}$

4 Módulos: $984,5 \text{ €} / 459 \text{ Kg} = 2,14 \text{ €/Kg}$

El **Precio medio** por kilogramos de shiitake con Fung It es de **2,28€**

Precio de setas shiitake en kits de uso único

Hemos calculado el precio por kilogramo de producto para kits de empresas como Setas Pocket, maestros seteros y agroterra.

Setas Pocket

Precio de la caja: 13,65€

Cantidad de micelio: 2,5Kg

Producción aproximada: 0,8 Kg

Precio por Kg: 17€

Maestros seteros

Precio de la caja: 12€

Cantidad de micelio: 4,5Kg

Producción aproximada: 1,5 Kg

Precio por Kg: 14,14€

Agroterra

Precio de la caja: 21,90€

Cantidad de micelio: 6 Kg

Producción aproximada: 2 Kg

Precio por Kg: 10,95€

El **Precio medio** por kilogramos de shiitake en Kits es de **14,04€**

Rentabilización del producto

Precio de setas shiitake en comercios

Hemos buscado el precio de ésta especie en comercios online y locales como Leo Verduras, Mercado de la Ribera y Mercadona.

Leo Verduras

Precio del envase: 3,25€
Cantidad de setas: 0,250Kg
Precio por Kg: 13€

Mercado de la Ribera

Precio del envase: 5,72€
Cantidad de setas: 0,5Kg
Precio por Kg: 11,44€

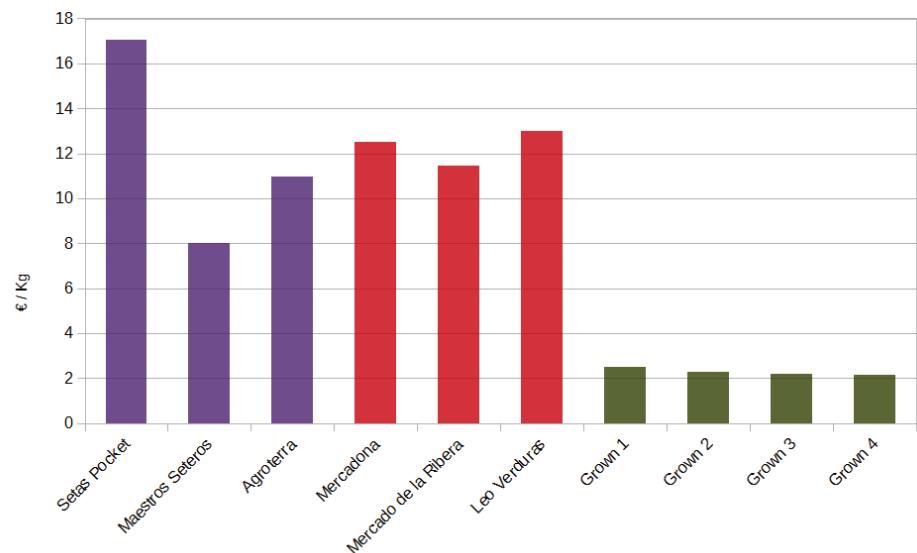
Mercadona

Precio del envase: 2,75€
Cantidad de setas: 0,22Kg
Precio por Kg: 12,50€

El **Precio medio** por kilogramos de shiitake en comercio es de **12,31€**.

CONCLUSIONES

Comparando nuestros precios con los de posible competencia vemos que nuestro producto es considerablemente más asequible a largo plazo para la producción de setas.



En éste gráfico se aprecia la diferencia entre el precio por kg de Shiitakes de **Kits de autocultivo**, **comercios** y **Fung It**.

Estos resultados superan gratamente nuestras expectativas.