



# Cuaderno de Laboratorio VI y VII

C. Iacovone y F. Yulita

2020

## 1 2020

**11/03** Hablamos con Lucía Fama (co-directora) sobre la investigación y quedó en mandarnos material para leer por mail. Nos mandó el plan de investigación de Lucas Guz (director) y dos papers escritos por ambos: *Influence of extrusion process conditions on starch film morphology* e *Influence of process (extrusion thermo-compression, casting) and lentil protein content on physicochemical properties of starch films*.

**25/03** Hicimos videollamada y discutimos sobre los pdf's que nos mandaron. Le mandamos un mail a Lucas y a Lucía pidiéndoles el resumen del trabajo que vamos a hacer para entregarle a Silvia.

**26/03** Recibimos más papers y otro material para leer de parte de Lucas.

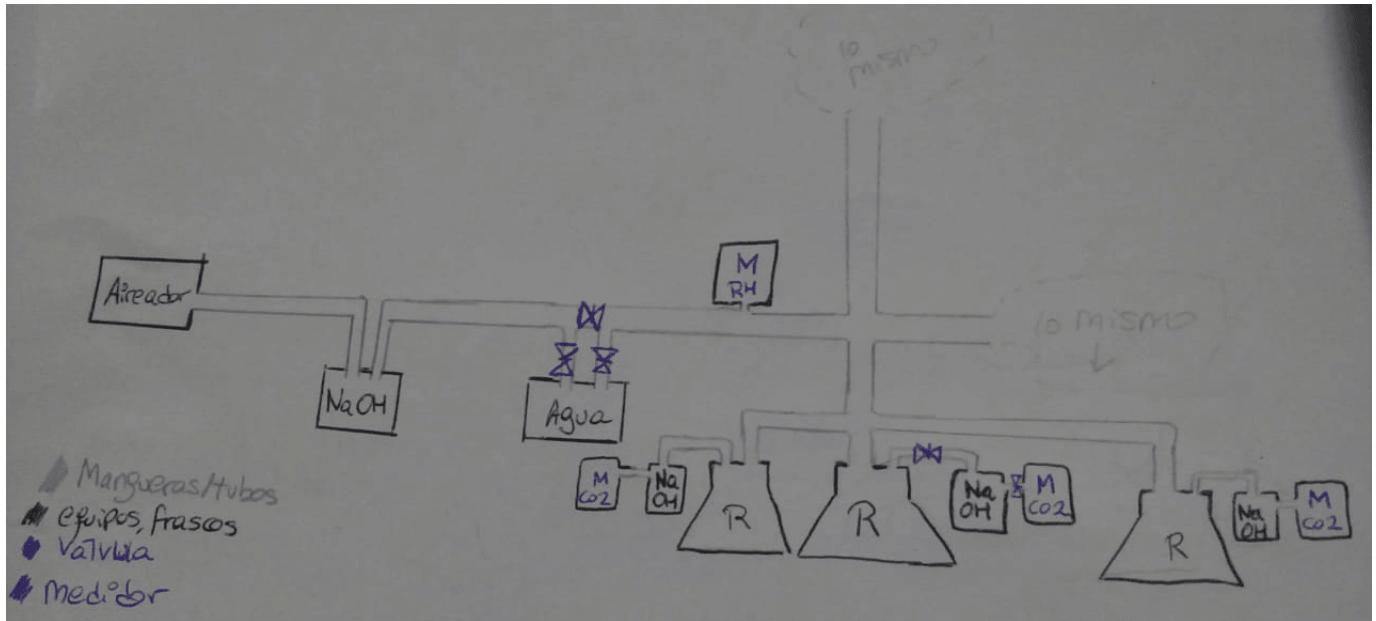
**20/04** Lucas nos mandó papers para leer y nos pidió averiguar sobre materiales, en particular sobre aereadores de pecera, tubos de plástico, conectores que se puedan hacer herméticos, frascos que se van a usar de reactores, sensores de humedad y sensores de temperatura. Recomendó prestarle más atención al paper de Kale [1] ya que es el que más se parece a lo que vamos a hacer.

**28/04** Hicimos videollamada con Lucas y Lucía para hablar sobre los papers que nos dieron, aclarar dudas y discutir los materiales, técnicas y equipos que vamos a usar. Nos pidieron que averigüemos sobre sensores de CO<sub>2</sub> para armar un sistema DMR. De ser muy caros o de no haber podemos ver como armar uno de estos equipos (leer la tesis de Castro-Aguirre [2]) usando espectrómetros de luz infrarroja como los que hay en el DF. A estos sensores hay que automatizarlos para que midan cada ciertos intervalos de tiempo y discutimos la idea de separar los flujos de aire de cada muestra con el mismo respirador para ahorrar y de poder automatizar las mediciones de flujo de cada uno usando un sistema válvulas. Acordamos también en averiguar presupuestos sobre los siguientes materiales:

- Hidróxido de sodio (NaOH).
- 10 frascos de 0.5 l a 1 l para las muestras. Deben tener la tapa de plástico con cierre hermético y mejor si son de vidrio (ver [matraz de Erlenmeyer](#)).
- Frasco de polietileno para el NaOH.
- Frascos para agua con tapas de plástico.
- Mangueras de silicona o tubos transparentes de polietileno. De elegir el último debemos averiguar sobre separadores triples y codos que se ajusten.
- Pasacables.
- Varillas largas de vidrio.

Debemos armar un esquema del equipo para que Lucas se fije que no falten partes. Él quedó en mandarnos fotos de los equipos y materiales.

# CMR



**Figure 1:** Esquema experimental

El esquema experimental sería algo que sigue fuertemente el de Kale.

Con un aireador hacemos que fluya aire, que primero atraviesa un frasco de PE (**qué tamaño?**) con NaOH para remover el CO<sub>2</sub> presente en el aire. Luego el aire atraviesa un frasco con agua para humedecerse (se encuentra por las dudas válvulas, no vaya a ser que se humedezca demasiado, pero creo que es re medible y controlable, se podrían sacar quizás) y se controla en todo momento con un medidor RH. Luego se divide en 3 caminos y cada camino se une a 3 reactores (donde se encuentra el compost) uno para el material a analizar en cuestión, otro para el control positivo (celulosa posiblemente) y otro de control negativo (vacío). Y así, tres de estos, por estadística. Todos los reactores a su vez se conectan a otro frasco de PE con NaOH para hacer una trampa de CO<sub>2</sub>. Contienen válvulas para cuando se realice la medición.

## PRECIOS Y LUGARES DONDE COMPRAR:

- Mangueras y conectores
  - Vienen con válvulas, eso está bueno. Ya tienen los precios (no venden mangueras de silicona):  
espacio industria  
todo gardena

-Una empresa, MG, me dijo que no existen acoplos a mangueras de silicona.

-Empresa Goma Filtros . Esta opción parece como la mejor calidad, de las que vi al menos:  
goma filtros - acoplos  
goma filtros - manguera silicona

Comenté que necesito que la manguera y los conectores encasten bien y no me dijo nada al respecto, lo cual me hace dudar lo que me dijo la otra empresa, "que no existen", jaja. Se piden a medida, lo cual no puedo pedir precio sin diámetro interno y externo de la manguera de silicona. El problema es que son industriales, fabrican rollos de 150m, de todas maneras el hombre me dijo que puede cortarnos unos 5 metros o lo que sea necesario (le dije 5m pero la verdad no sé cuánto exactamente). **Así que, preguntar el grosor y la longitud de las mangueras.**

-Empresa Interwest

Tienen los mismos conectores que Goma Filtros ( <http://www.interwest.com.ar/product/detail/97> ) el hombre me recomendó no usar manguera de silicona porque no encastan bien en los acoplos, quizás de 1/2 pulgada sí

pero con abrazaderas y no está completamente seguro que funcione. Recomendó mejor usar goma alimenticia que encastran perfecto y son más baratos que la silicona.

-Empresa AccesTech S.A.

Venden mangueras de silicona (<http://www.accesstechsa.com.ar/documentos/Mangueras%20Access%20XB.pdf>), los conectores se mandan a hacer según material y grosor <http://www.accesstechsa.com.ar/catalogo/uso-farmaceutico/86/value-plastics—conectores-fijos> y me dijo que sí son para silicona!! Lo que no me convence mucho es la calidad, no parece que vayan a cerrar bien.

————— RESUMEN: manguera de silicona NO va bien con acoples, averiguar si se puede utilizar otro. (Salvo los de Accestech pero no me convence la calidad y/o que cierren bien)

Para tener una noción de precios: MG vende entre \$400 y \$800 el metro, según diámetros; InterWest dijo que podría salir unos 10 o 12 usd el metro, por eso recomendó usar goma que es más barato y encastra mejor. De los demás no me cotizan hasta no saber las dimensiones—————

Frascos de vidrio	<b>Zelian</b> : Frasco Schott c/tapa, Autoclavables +121°C	US\$5	
	<b>Zelian</b> :Botella esterilización 500 ml Deltalab	US\$9.7	
	<b>Zelian</b> Frasco cuadrado c/tapa a rosca 500 ml IVA <b>10 u.</b>	US\$12.5	
	<b>Mil envases</b> : Líquido cristal 500cc tapa inviolable <b>50 u.</b>	\$3.209	tapa chica
Varilla de vidrio	<b>Figmat - Córdoba</b>	precios	
	Lucas comentó que iba a preguntar a sus conocidos dónde las compraron		
Frascos de PE	<b>Zelian</b> : Botellas en polietileno de 500 ml, Marca Deltalab,	US\$1.4	
Frasco lavador vidrio	<b>Zelian</b> : Lavador Dreschel 500 ml, forma alta, c/placa porosa	US\$216.5	
Frasco lavador PE	<b>Zelian</b> : Lavador integral 250 ml polietileno translúcido Deltalab	US\$6.1	

- NaOH

- Sigma Aldrich. Mucha cantidad y detalles que no entiendo.

Esos frascos no tienen tapas muy anchas, lamentablemente. Buscando con tapa de plástica ancha, los que encontramos son frascos grandes ([1.5L](#)) o sino de plástico (mil envases: [1.6L de PE](#) no tienen otra medida; [PVC 0.5L](#) ) (mil envases tiene más cosas en mercado libre que en su página web). Los de vidrio de 0.5L con tapa ancha suelen tener tapa de metal, lo cual no nos sirve.

Sobre los pasachapa: no encontramos de los que nos mostró Lucas, de plástico. Al menos en internet todo lo que aparece son tipo conectores metálicos, algunos ejemplos [aquí](#) o [aquí otro](#), todos de este estilo; metálicos. Y sino también así [este otro](#) más parecido a lo que nos mostró Lucas pero con nombre de cupla (metálico por dentro, con rosca)

Creemos que debemos priorizar la búsqueda de los pasachapa y las varillas de vidrio o tubos PE previo a los frascos (que parece lo más difícil de conseguir). Una vez tenido eso definido seguiremos buscando conectores y mangueras acuerdo a esos tamaños para que encastren bien.

## DMR

El esquema experimental sería el mismo que el CMR pero en vez de poner un **M CO<sub>2</sub>** en cada trampa de NaOH se conectarían a mangueras que converjan a una única manguera a la cual se le conecta un sensor NDIR. (previamente se le pone una trampa de agua para quitar el exceso de humidificación del aire, que puede dañar al sensor)

**ALGUNOS NDIR** (todos tienen límite de 50°C pero también el del paper, preguntar si la T alta es de la tierra pero quizás no del gas) pregunté en todos, esperando respuesta

- El de Castro-Aguirre : [LI-COR](#) recordar pedirle cotización de los 2
- Ultramat 6 y Ultramat 23 - Siemens - Dastec [Dastec](#)
- No tiene mucha pinta este pero bueno [condelectronica](#)

- WIKA: hay 4 tipos, 2 preparados para conductos de ventilación ([https://www.wika.com.ar/upload/DS\\_SP6907\\_en\\_co\\_30.pdf](https://www.wika.com.ar/upload/DS_SP6907_en_co_30.pdf)) y 2 para ambientes ([https://www.wika.com.ar/upload/DS\\_SP6912\\_en\\_co\\_72665.pdf](https://www.wika.com.ar/upload/DS_SP6912_en_co_72665.pdf)). Los precios son 600 usd, o 730 usd con display (+ impuestos)

**15/05/20** Videollamada con Lucas en la UNSAM. Mostró que tienen el sistema CMR en versión grande (así llamado por él) todo con frascos de 3L aprox. y la idea es hacer lo mismo en miniatura. Ellos usaron mangueras negras de PE con conectores/bocas/codos también de PE. Explicó por qué es necesario una varilla de vidrio previo al frasco; es porque la manguera de silicona es muy flexible y no queda herméticamente cerrada. Por eso lo ideal es poner antes una varilla de vidrio hueca o un tubo de PE (googlearlos), que a su vez va dentro de un pasachapa y orrin que es para que comprima bien herméticamente (un sello). Es importante que la varilla o el tubo de PE tenga como mucho 3mm de diámetro interno porque sino necesitamos muchísima presión inicial (ellos tienen un equipo compresor que usan de aireador de unos 8bar). Por otro lado, la temperatura de los frascos se controlaría poniéndolos sobre alguna plataforma con agua.

Luego, de los reactores se conectan con mangueras a un recipiente con NaOH para capturar el CO<sub>2</sub>, y se mide con titulación. Este NaOH se vio que burbujeaba mucho menos, a causa de una gran caída de presión desde la inicial hasta el final.

Es fundamental pensa en automatizar este sistema. Lo que debemos hacer es, toda la primer parte dejarla igual pero a la salida de las trampas con NaOH llevar todas esas mangueras a una única junto a válvulas automatizadas, de manera que con código o un botón permita el paso de una y de otra para la medición. Si no tenemos esto no podemos usar el sensor NDIR (o sí, pero sería el mismo dolor de cabeza de antes tener que medir uno por uno).

Respecto a los NDIR: el ideal sería el LI-COR (que es el que usó Castro-Aguirre) que hay dos tipos: uno que mide solo CO<sub>2</sub> y otro que mide CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Si elegimos el primero debemos antes hacer una trampa de agua para no arruinar el equipo, si elegimos el segundo medimos directamente; pero debe ser bastante más caro; así que hay que ver si la trampa de agua resulta más barata que el medidor de H<sub>2</sub>O también.

**Por lo tanto, quedamos en que nuestro laburo ahora sea pensar en automatizar el sistema.**

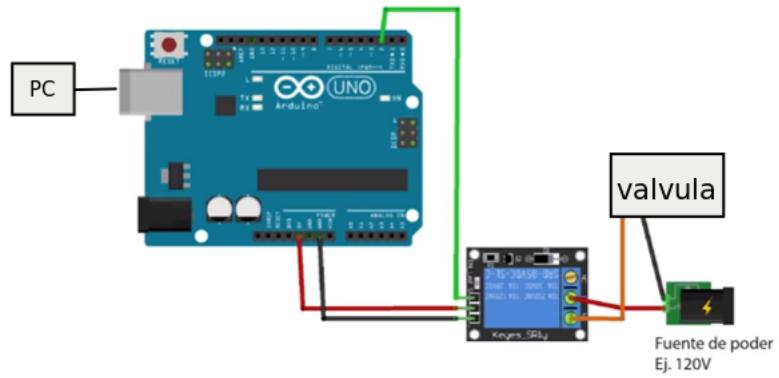
IDEA: programadores de riego

## Automatizar el Sistema

Para automatizar el sistema lo necesario es:

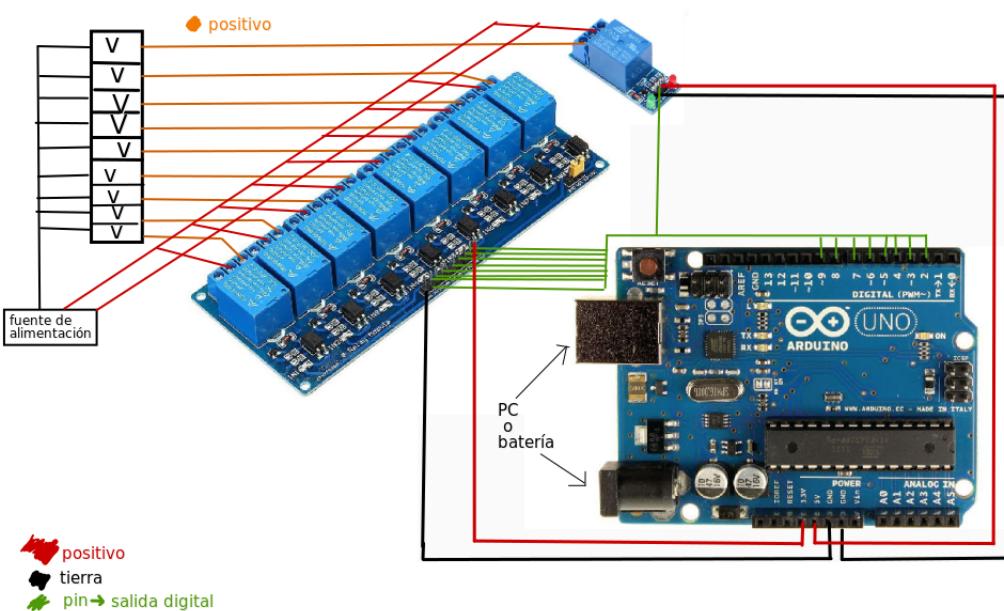
- Válvulas solenoides -> válvulas que se cierran/abren al ser alimentadas con voltaje. Hay que tener cuidado, en mercado libre hay muuuuchoo para agua (y caras), el aire es más difícil de controlar así que hay que ver de no tener pérdidas. Algunos que encontramos relativamente económicos; pero habría que probar 1 solo a ver si funciona:
  - [opción barata](#) (si aparece como publicación pausada darle enter nuevamente, o es casi lo misma que [esta otra](#) (~\$770))
  - [opción intermedia](#) (~\$1500)
  - [impagable, pero se ve buena](#) (~ \$3500)
- Arduino, donde vamos a codearlo para que se abren/cierren las válvulas en determinados horios (o cada cierta cantidad de tiempo) [Mega](#) (~\$1500) o [UNO](#) (~\$750) [redefinir si los output AC pueden usarse como DC]
  - Necesitará una fuente de alimentación (5V) que puede ser el USB de la computadora (o sea, una compu prendida durante todo el experimento), una buena batería o un enchufe+transformador
  - Relays, uno para cada válvula [1](#) (~\$130 c/u) - [módulo de 8](#) (~ \$850)
  - Cablecitos machos y hembras (son re baratos)
  - Si se quieren agregar cosas, como botones por ejemplo, se necesita un protoboard

Esquema con una sola válvula:



**Figure 2:** Esquema electrónico para una sola válvula.

Y sumando todas las demás válvulas, quedaría algo así:

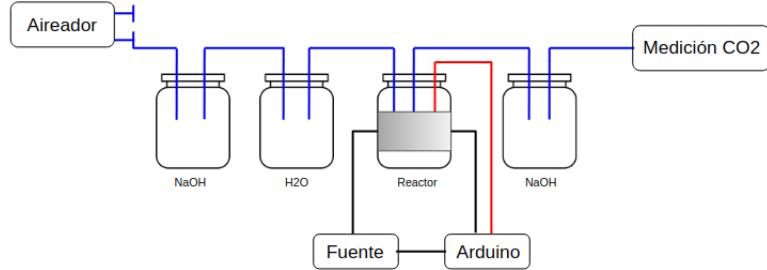


**Figure 3:** Esquema con 9 válvulas solenoide (marcadas como V).

Lo más caro de todo son las válvulas. Sino podemos ver de hacerlas ([aquí](#) por ejemplo hacen una), el funcionamiento es simple, pero no confiamos en nuestras habilidades, ya que esto tiene que quedar bien bien hermético

2 2021

Quedamos en realizar el laboratorio 6 de manera presencial. La idea será ir lo menos posible. Primero actualizar el presupuesto, hablar con proveedores, adquirir los elementos y una vez que tengamos todo ir al laboratorio a ensamblar.



**Figure 4:** Esquema experimental para un sistema. Azul: manguera/tubo donde pasa el aire, rojo: termocupla, negro:cables.

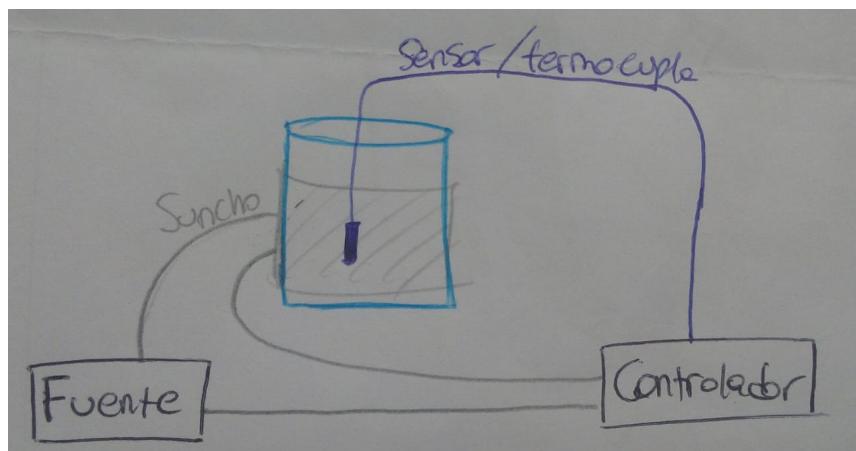
**Lunes 22/03/21** Hoy tuvimos una primer reunión en el laboratorio para que Lucas nos muestre algunas partes del experimento, para poder tomar medidas y tener mejor noción para buscar productos. La idea es buscar los productos y según el presupuesto total que lleva ver si hacer sistema de 3 reactores, 4 o los que se puedan. En la **Figura 4** puede verse el esquema experimental para un sistema. Luego veríamos, según lo que dé el presupuesto, qué cantidad armar de estos.

Lucía nos comentó cómo hacer el proceso de compra. Debemos pedir facturas (B o C) a nombre de la UBA y debe tener contenida una leyenda que es el código del subsidio. Luego, le pasamos la factura, ella la sube y hace la transferencia, y luego de unos días podemos ir a buscar los productos. Nos comentó que el subsidio no permite comprar equipos, que en el caso del aireador y del sensor CO<sub>2</sub> pidamos que la factura diga otra cosa por el mismo monto; así con esa pequeña mentira podemos comprarlo. Además, ninguna compra debe ser superior a \$19.999 en un mismo lugar, sino no la pasa el subsidio.

**Martes 23/03/21** Tuvimos la primer reunión (virtual) con Silvia Ledesma y todos los estudiantes que cursan labo 6. Nos contó cómo se va a trabajar durante el cuatrimestre. Le comentamos nuestra situación de poder realizar el laboratorio de forma presencial y nos ha permitido. Le pasamos el plan de trabajo.

Buscamos los elementos del equipo, pedimos cotización y lo fuimos cargando en una plantilla de excel en drive compartido entre los 4. Llevó varios días encontrar las cosas, consultar, esperar a que respondan, ver si conviene o no tal producto, seguir buscando, etc.

**Jueves 01/04/21** Ya hablamos con los proveedores de casi todos los elementos, pero nos dimos cuenta que debemos ir al laboratorio antes de comprar uno último. Para calentar los frascos usaremos sunchos, que son resistencias que rodean al frasco, como muestra la figura.



**Figure 5:** Sistema de calentamiento

El problema es que no sabemos cuánto voltaje debemos alimentarlo para la temperatura deseada (cerca de los 55°C). Podríamos usar un variac, pero son manuales y la idea es tener todo automatizado. Así que usaremos

potenciómetros y lo controlaremos con el arduino para hacer un PID. El problema es que se venden por rangos (0-26V, 0-35V, 25-83V, etc) y no conocemos el rango que vamos a utilizar. Así que debemos ir al laboratorio a medirlo. Al darnos cuenta de esto les pedimos a Lucas y Lucía hacer una videollamada, les comentamos la situación y estuvieron de acuerdo. Les mostramos todos los precios cómo venían y nos pidieron que usemos termocuplas largas, frascos más largos, etc así que actualizamos eso para el lunes (ya que es feriado, semana santa). En la videollamada también discutimos qué sensor de CO<sub>2</sub> usar, la idea es usar uno con arduino. Encontramos de opciones:

- SENSOR GAS MQ-135, que mide amoníaco, nitrógeno, benzeno, CO<sub>2</sub> y humo. Sale cerca de \$300. Nos parece genial el precio, pero raro que mida tantas cosas, así que no nos parece confiable. Se nos hace que debe detectar si hay o no, pero no debe dar una cantidad
- SENSOR GAS CO<sub>2</sub> MG-811 a \$10.000 . Este sí genera buena confianza, es un sensor específico para eso, además mide 2cmx2cm así que es excelente para las dimensiones de nuestro trabajo. La forma en la que trabaja es que cambia su resistencia según el CO<sub>2</sub> analizado. El problema es que es muy caro.
- SENSOR DE CO<sub>2</sub> Mh-z16 a \$6400. Funciona como NDIR, por infrarrojo, lo cual es más confiable. Tiene buen precio. El problema es que es grande (es un tubito de 10cm de largo y unos 3cm de diámetro) entonces su medición debe ser ambiental, no local, entonces debemos armarle un envase propio para que acumule y mida allí CO<sub>2</sub>.

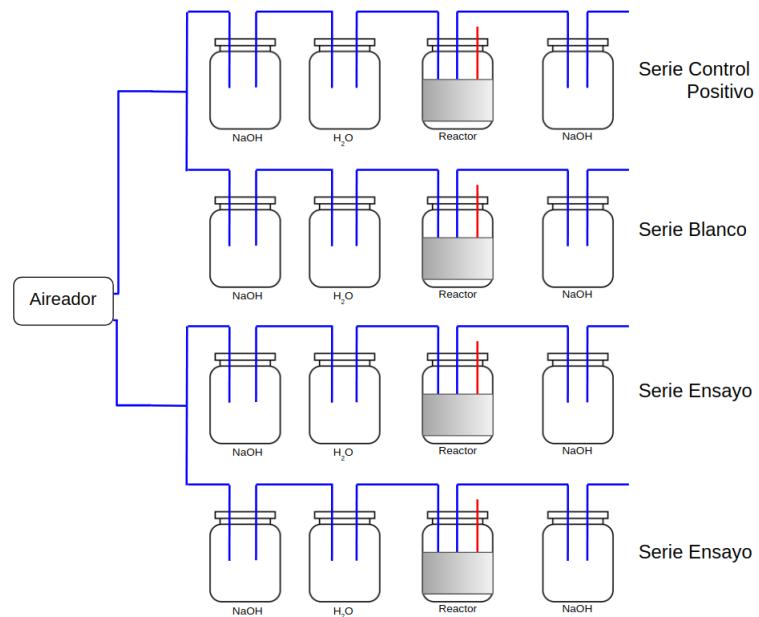
Finalmente, los precios de los elementos necesarios fueron

Producto	Cantidad	Precio unitario	Precio	Proveedor
Frasco Schott 500ml	1	20 USD	2000	<a href="#">Investiglas</a>
Envase PE	3	\$85	\$255	<a href="#">MIL ENVASES</a>
Tubo de poliuretano 6mm	2	\$127	\$254	<a href="#">Tecno</a>
Conector codo	8	\$126	\$1.008	<a href="#">Tecno</a>
Pasachapa 4-8mm	9	\$76	\$684	<a href="#">Symnet</a>
Sunchos	1	\$1.890	\$1.890	<a href="#">GSA Térmicos</a>
Termocupla	1	\$1.320	\$1.320	<a href="#">Shuk</a>
Arduino UNO	1	\$973	\$973	<a href="#">Unibot</a>
Cablecitos m-m 20x40cm	1	\$150	\$150	<a href="#">Unibot</a>
Protoboard 400 puntos	1	\$200	\$200	<a href="#">Unibot</a>
Aireador	1	\$3.030	\$3.030	<a href="#">Cuestion de pec</a>

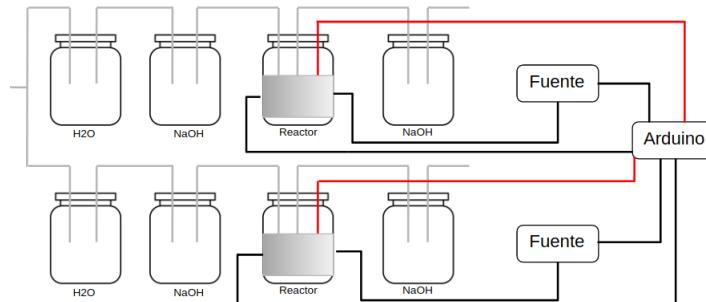
**Figure 6:** Precios de los elementos

Y comparamos si conviene armar 3 sistemas o 4 sistemas. Esta comparación la hicimos teniendo en cuenta que tenemos una compra de base indivisible (aireador+arduino+cablecitos) por \$4353 y luego cada sistema (frasco+suncho+termocupla) sale \$7411. Sumándole a cualquiera de los casos los \$6400 del sensor.

Comparándolos, nos confirmaron que el presupuesto da para 4 sistemas de reactores. Así, entonces, el esquema experimental completo sería el que se ve en la **Figura 7 y 8** (sin la parte eléctrica para no hacer un enrollo).



**Figure 7:** Esquema mecánico de 4 sistemas, sin la parte termo-eléctrico.



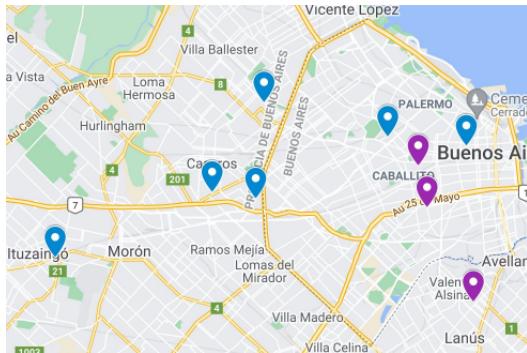
**Figure 8:** Esquema termoeléctrico. Se muestra para dos sistemas, para los otros dos es análogo compartiendo el mismo arduino.

**Semana del 05/04** Durante toda la semana estuvimos pidiéndoles a los proveedores facturas y los datos para realizar la transferencia. Llevó toda la semana ya que fueron unos 8 proveedores y algunos tardaban bastante en contestar, no pasaban todos los datos, etc.

Los datos que les teníamos que pedir era CBU, Titular (nombre del titular), CUIL o CUIT (aclara cuál), Banco, Sucursal, N° de Cuenta, Tipo de cuenta, Mail. Y la mayoría no enviaba la sucursal e incluso uno ni la sabían, esto demoró bastante la comunicación.

Las facturas se las pasamos a Lucía y luego ella los carga en el sistema junto a los datos bancarios. En los siguientes días el subsidio lo revisaba y aprobaba, y ellos realizaban la transferencia. Esto era así en las facturas que fueran superiores a \$3000. Las que eran menores había que juntarlas hasta que lleguen a \$3000, y tuvimos el problema de que las únicas tres facturas menores, juntas llegaban a \$2950 y tuvimos que buscar algo más de \$50 para poder llegar a los \$3000. Le queríamos pedir un envase pero el proveedor nos dijo que solo por uno no nos hacía factura... así que buscamos alguna otra cosa que le sirva al laboratorio. Terminamos comprando pipetas pasteur.

**Semana del 20/04** Una vez que el subsidio hizo las transferencias fuimos a buscar los materiales, nos distribuimos según cercanía. Fede fue a buscar los pintados en violeta y Caro los pintados en azul, según lo que se ve en la **Figura 9**. En la **Figura 10** puede verse un cuadrilla que detalla las compras realizadas y los costos.



**Figure 9:** Mapa de la mercadería que retiramos.

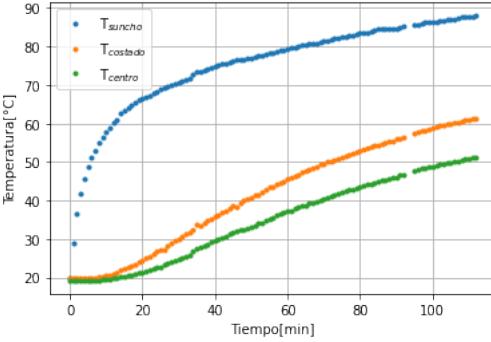
Proyecto PICT startau 2016							
#	Fecha	Factura Nº	Concepto	Proveedor	Monto	Forma de pago	Observaciones
1	6/4/2021	0002-00000206	Resistencia tipo suncho 100x60 mm (4)	GSA Térmicos	<b>7.560,00</b>	Trasferencia al proveedor	Pagado/comprobante - Falta retiro/ remito o recibo
2	6/4/2021	0003-00000035	Frasco Schott 500 ml boca GL80 (4)	Investiglass	<b>9.464,00</b>	Trasferencia al proveedor	Pagado/comprobante - Retirado con remito
3	7/4/2021	0002-00003269	Prensacables (10)	SymNet - Molinacrea SRL	<b>507,12</b>		Pagado/comprobante - Retirado con remito
4	7/4/2021	00011-00002319	POTE PL."CF" x 1000L (12)	Casa de los Mil Envases	<b>1.131,24</b>		Pagado/comprobante - Retirado con remito
5	7/4/2021	0001-00004349	Arduino, Protoboard, Cables	Unibot (Alberto Ivan Sirtautas)	<b>1.313</b>		Pagado/comprobante - Retirado con remito
6	7/4/2021	00001-00002638	Aireador (1)	de Peces (CABRERA LILIANA E)	<b>3120</b>	Trasferencia al proveedor	Pagado/comprobante - Retirado con remito
7	09/04/2021	0005 - 00001227	Termocupla tipo J modelo:Sonda Cable 1M (4)	Shul (GRUPO TORNADO SA)	<b>5.566,24</b>	Trasferencia al proveedor	Pagado/comprobante - Retirado con remito
8	12/04/2021	0007 - 00018022	Pipeta Pasteur Plástica 3ml X 50 unidades	INSTRUMENTAL PASTER S.R.L	<b>434</b>		Pagado/comprobante - Retirado con remito
9	30/04	0009-00005042	uretano 6mm (x10m), conector codo (32), cone	Distritec S.A.	<b>8.588,77</b>		Pagado/comprobante - Retirado con remito
10	12/05	0002-00003502	Prensacables (26)	SymNet - Molinacrea SRL	<b>1351,48</b>		
11							
12							
					<b>32.338,37</b>		

**Figure 10:** Compras realizadas.

**Viernes 07/05** Fuimos al laboratorio a llevar toda la mercadería. Usamos un variac conectado a un suncho para ver cuánto voltaje sería necesario para que, en su interior, se tenga una temperatura de 52°C. Observamos que con 50V llega y supera los 50°C. Por lo tanto, para la realización del PID pensamos movernos entre 50V y 75V. Para ello, necesitaremos una fuente variable digital o un potenciómetro digital, para poder controlarla con arduino.

**Miércoles 12/05** Hablamos con Matías, el técnico de laboratorio, y nos recomendó hacer un PID pero simplemente con on/off, sin fuente variable. Nos contó que los controladores PID que ellos tienen en el labo no tienen fuentes variables, son on/off pero con la programación de un PID, enviando muchos pulsos que aparentan fuentes variables. Por lo tanto, nos queda conseguir relays para realizar el PID.

Además, medimos la resistencia del suncho ( $R = 142.6\Omega$ ,  $P = 350W$ ) y llevamos tierra (compost orgánico) para analizar cuánta inercia tenemos. La tierra la mojamos con agua y la escurrimos para sacar el exceso, para que resulte humeda. Tomamos un frasco de vidrio, un suncho y 3 termocuplas cuyas ubicaciones fueron una externa pegada a la resistencia (Llamada  $T_{suncho}$ ), la siguiente a la mitad del centro (llamada  $T_{costado}$ ) y la otra en el centro (llamada  $T_{centro}$ ). Alimentamos al suncho con un variac a 60V y tomamos mediciones de las 3 temperaturas, cada un minuto. Los resultados fueron (el gap se debe a una interrupción):



Observamos que se mantiene casi constante una diferencia de 40°C entre la temperatura del suncho y la del centro, dando como una primera impresión mucha inercia térmica, lo cual era esperado dado que la tierra es básicamente aislante (a veces se lo utiliza con ese fin). Además, se puede observar que el tiempo de respuesta al centro es alrededor de 15 minutos. Manteniendo a 60V constantemente, luego de dos horas el suncho ha llegado casi a los 90°C y el centro ha llegado a los 52°C, que es la temperatura deseada. Ninguna de las dos temperaturas se estabilizaron, no hemos medido cuándo se estabilizará la temperatura, pero creemos que tardaría mucho más.

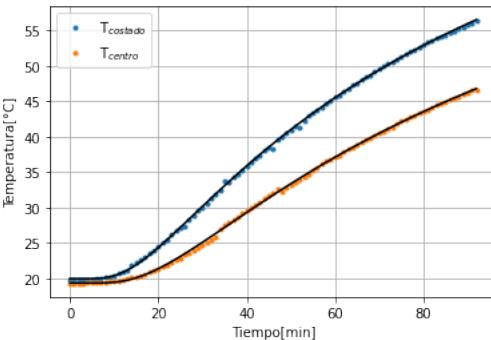
El suncho es nuestro parámetro de control, y será el que utilizaremos para el PID. Dada este gráfico, podemos observar que a 60V mantiene un rango lineal luego de los 65°C. Si hacemos un PID con 60V con el objetivo de que la temperatura fuera cerca de 55°C, estaríamos moviéndonos en el rango exponencial de la curva, lo cual estaría apagándose y prendiéndose de manera muy frecuente. Creemos que, sería más conveniente movernos en un rango lineal. Por dicha razón, deberíamos entonces tener un voltaje de 50V o incluso menos (a diferencia de 60V) para así tener un rango lineal cerca de los 55°C.

Probamos, por curiosidad, fittear la medición con la función error:

$$T(x, t) = 2 \frac{F_0}{K} \left[ \sqrt{\frac{\kappa t}{\pi}} \exp\left(\frac{x^2}{4\kappa t}\right) - \frac{x}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\kappa t}}\right) \right]$$

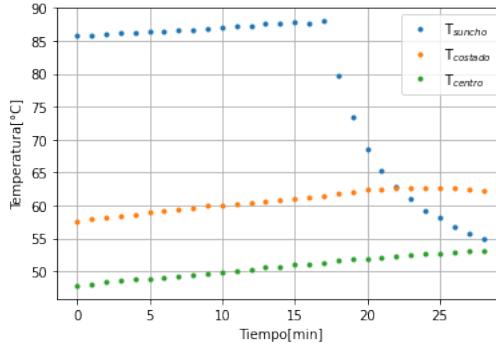
con  $F_0$  el flujo de calor,  $K$  la conductividad,  $\kappa$  la difusividad y  $x$  la distancia respecto a la fuente de calor.

Dejando como parámetros libres  $\kappa$ , llamando  $A$  a la amplitud y sumándole un  $B$ . Con todo eso no funcionó, así que lo ploteamos con solo la parte de  $\operatorname{erf}()$  y lo hizo excelente:



El resultado de esto, dio un kappa de ..... analizar

Luego de estas dos horas de medición, vimos que el centro llegó a los 52°C, nuestro objetivo, y claro que iba a ir subiendo la temperatura ya que el exterior tenía alrededor de 90°C. En ese momento, apagamos el variac y medimos. Las mediciones se encuentran a continuación:



Por falta de tiempo, pudimos medir sólo hasta ahí, pero observamos el típico carácter con decaimiento exponencial. Además, la curva de  $T_{costado}$  deja de crecer luego de unos minutos, mientras que  $T_{centro}$ , pasando cerca de 10 minutos aun no se ha enterado del cambio.

Una pena no haber podido realizar las siguientes mediciones.

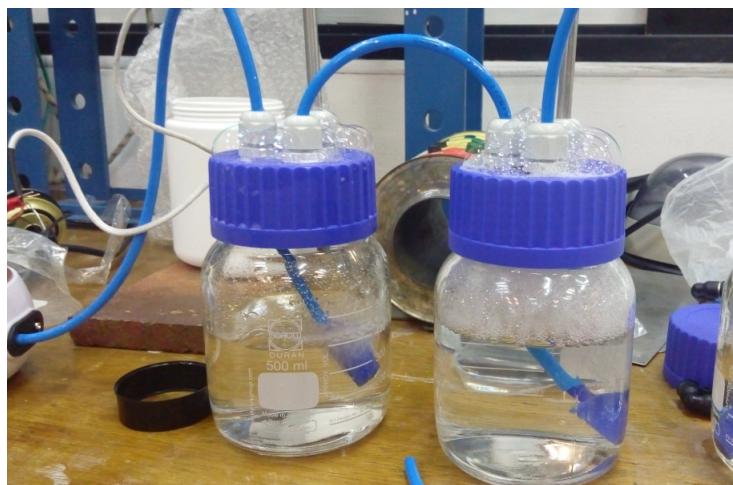
La próxima estaría bueno improvisar de manera que el suncho mantenga siempre una temperatura de  $\sim 55^{\circ}\text{C}$  (haciendo un on/off manualmente) para analizar si el centro efectivamente llega a los  $52^{\circ}\text{C}$ .

Por otro lado, nos dimos cuenta que las termocuplas que adquirimos no podemos utilizarlas para arduino. Para que arduino pueda leer el orden de mV que trabaja la termocupla, deberíamos poner un amplificador que sale más caro que la misma termocupla (cerca de \$2000, cada una). Vimos que, hay sensores de temperatura fabricados y diseñados para arduino, donde salen \$300; así que decidimos comprar estos que son más baratos.

Los compramos y pasamos a retirar el jueves 17/05 para así el 18/05 los probamos.

**Viernes 18/05** Lucas y yo (Caro) fuimos al labo a empezar a armar el equipo y probar estos nuevos sensores de temperatura. Los sensores funcionan, pero por alguna razón del arduino mide dos veces y deja de medir. Esto pasó también en casa, pero moviendo los cables de alguna manera luego midió seguidamente. Tenemos que arreglar eso.

Sobre el equipo; empezamos uniendo dos frascos (uno de plástico y uno de vidrio) para observar la posible pérdida de aire. Vimos que el segundo reactor no burbujeaba mucho, que le llegaba poco aire, lo que quería decir mucha pérdida previamente. Primero culpamos los conectores; se podría estar perdiendo aire a través de ellos, por lo tanto los quitamos. La pérdida seguía, habiendo más pérdidas entre los de plástico que entre los de vidrio, por lo que culpamos a que los de plástico no cerraban de manera muy hermética. Colocamos detergente por sobre los prensacables y observamos muchísimas burbujas, que justamente indicaban que estábamos teniendo muchas pérdidas allí; en la unión a las mangüeras.



Los prensacables disponían un o-ring que colocamos en la parte inferior de la tapa. Probamos quitarle los o-rings a los otros prensacables para poner doble o-ring (por abajo y arriba de la tapa) y allí vimos menos burbujas (menos pérdida), como se ve en el primer reactor que está el detergente pero casi sin burbujas; y el segundo menos burbujas también:



Por lo tanto, la pérdida estaba claramente en los prensacables. Armamos entonces la primer tanda de reactor (donde el último debería ser de plástico pero colocamos de vidrio para poder ver si llega aire) todos con doble o-ring y vimos que el aire llegó bien al último reactor:



El siguiente problema sería al hacer la segunda tanda de frascos, ya que la idea original es usar un aireador con una T; pero si una tanda de frascos tiene más/menos pérdida de la otra tira de frascos, llegará menos/más aire y por tanto tendrán distinto flujo. Esto problema así se observó:



Lo que vimos fue que, en el último frasco, burbujeaba menos que el último frasco de la otra tanda.

Ubicando la tanda de frascos de las dos salidas del aireador esto no pasaba, llegaba igual. Por lo tanto, es claro que al compartir la salida de aire a través de la T, el aire elige cual de los dos caminos tomar según las pérdidas

que tiene. Esto nos va a traer problemas, ya que las tandas deberían estar en iguales condiciones y por tanto necesitamos el mismo flujo de aire.

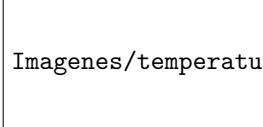
Para solucionar esto se nos ocurrió:

1. Intentar nuevamente hacer lo más herméticos posibles, colocando fastix o algo para que no haya nada de pérdidas y así sean idénticos.
2. Comprar otro aireador idéntico para que cada salida sea para una tanda de reactores y así todos tienen el mismo flujo (descontando las posibles pérdidas, pero que la pérdida de una tanda no influya a la pérdida/ganancia del otro)
3. Comprar y colocar válvulas agujas e ir regulándol

Creemos que en este orden es lo más económico y mejor a intentar.

### 03/06 Tuvimos la reunión con Silvia Ledesema, todo bien!

**desde 07/06 hasta 20 y pico de junio** Fuimos al labo, con nuevos o'rings y mejoramos las pérdidas. Dejamos una computadora con TeamViewer para poder tener un control de temperatura desde casa. Al código de Arduino, le agregamos uno de python para poder guardar los datos de la temperatura, que Arduino por si solo no lo hace. Dejamos el variac a 55V alimentando un suncho rodeando un frasco con tierra y le medimos la temperatura en dos posiciones: entre el suncho y el vidrio, y otra dentro de la tierra; todo controlado desde arduino + un relay que se iba apagando/prendiendo oscilando alrededor de una temperatura deseada. Lo dejamos así enchufado hasta el día siguiente y levantamos los datos con TeamViewer. Vimos:



Imagenes/temperatura.png

Donde en una parte hay mediciones que se perdieron, no sabemos cómo o por qué. Vimos que poniendo una temperatura de 55°C en el suncho, la tierra se mantenía a 52°+-1°C .

Estas mediciones duraron un día. Lamentablemente al día siguiente no pudimos acceder a TeamViewer, lo que querría decir que se cortó la luz o el internet. Entonces le pedimos a un técnico que nos cuente qué veía, y dijo que la computadora estaba encendida. Paralelamente, Lucía nos contó que se le actualizó windows durante la noche, por lo que seguramente se actualizó y reinició. Por lo tanto, fuimos otro día para cambiar la configuración de la computadora y que si se reinicia, automáticamente abra el TeamViewer y corra el archivo de python para levantar las mediciones de temperatura (el arduino por default le queda el programa guardado). Pensamos en cambiar la configuracion de la computadora cosa de que si se corta la luz, se prenda sola, lo cual vimos en internet que es posible accediendo desde la BIOS. Lamentablemente esta computadora no tiene esa opción, por lo tanto será un problema. La batería le dura poco, unos 10 minutos, por lo que si hay microcortes no es terrible, la batería resistirá; pero ante un corte de luz superior a 10 minutos si o si tendremos que ir o pedirle a alguien que prenda la computadora. Esto podría afectar a las mediciones el cuatrimestre que viene, por lo que pensamos que podríamos dejar el arduino conectado a la compu los días de semana e ir si detectamos desde nuestras casas que no podemos conectarnos (y simplemente encender la compu) y los findes dejar el arduino conectado a la pared, cosa de que si se corta la luz apenas vuelva se vuelve a encender; y la desventaja es que no podremos controlar la temperatura desde nuestras casas ni saber tampoco si se cortó la luz en algún momento; pero es mejor eso a arriesgarse a que quede todo apagado todo el finde, dado que no podemos entrar a la facu los findes a encender todo.

Por otro lado, Lucas nos enseñó a titular y cuestiones de química.

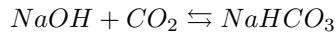
Primero armamos el NaOH. Tienen unos frascos con NaOH macizo en pequeños pedacitos, también en forma tipo polvo. Los frascos de PE que es donde vamos a guardar el NaOH y donde se hace la capturación, son de 1L pero vamos a llenarlo hasta 0.75L. Entonces, para hacer una solución de NaOH de 0.5M se debe utilizar 20g de NaOH por litro; entonces usamos 15g (del puro), para hacer una solución de NaOH de 1M se debe utilizar 40g por litro, entonces usamos 30g. Esto se debe realizar en una matraz, pero como no tenemos en el labo de 750mL, hacemos 3 veces de 250mL que es la que tenemos disponible.

Con una balanza de precisión, pesamos 5g de NaOH en un vasito y le agregamos un poco de agua destilada y agitamos para ir disolviendo. El vasito levanta mucha temperatura. Cuando se terminó de disolver lo metemos en la matraz de 250mL y allí agregamos más agua destilada hasta la boca de la matraz, y mezclamos bien hasta que se vea bien transparente. Luego llenamos hasta la marquita de la matraz. Luego lo pasamos al frasco de PE. Repetimos 3 veces, así  $3 \times 250\text{mL} = 750\text{mL}$ .

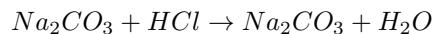
Repetimos el proceso pero para la de 1M: pesando 10g de NaOH en un vasito... y repitiendo.

Para medir el CO<sub>2</sub> se debe titular:

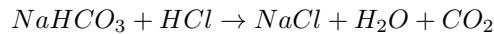
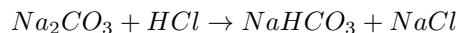
La trampa de NaOH a la salida del reactor captura el CO<sub>2</sub>, entonces lo que se tiene es la siguiente reacción



constantemente, dependiendo del pH está mas a la derecha o mas a la izquierda. Además,



Resulta que al agregar ácido, se transforman así:



A la salida del reactor y lo que apenas captura el NaOH el pH es alto, entonces con fenolftaleina que es de color rosa cuantificamos cuánto HCl hay que echarle hasta que se ponga transparente, allí el pH es 7; ello lo realizamos con una bureta de 20mL. En ese momento, el Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> es convertido en NaHCO<sub>3</sub>+NaCL. Luego, con unas gotas de naranja de metilo se pone naranja y se le vuelve a echar HCl hasta que se ponga rojo, allí el pH=4 y hace que el NaHCO<sub>3</sub> se forme en NaCl+H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>.

Luego, encontramos los gramos de CO<sub>2</sub> como

$$g\text{CO}_2 = \frac{V_{\text{HCl}} C_{\text{HCl}} 0.75 \text{L} 44 \text{g/mol}}{V_{\text{muestra}}}$$

donde se utiliza 0.75L porque es la trampa.

El procedimiento es tomar una pequeña muestra del NaOH, de 5mL (tomado con una pipeta y propipeta), colocarla en un vasito, tirar fenolftaleina y hacer el procedimiento anteriormente explicado. En nuestra primer prueba, vimos que en la primer titulación se requirió de 4.5mL para la solución 0.5M y 8.7mL para la solución 1M.

Paralelamente, Lucas preparó una solución de bicarbonato para simular que es la tierra. El bicarbonato junto a HCl se convierte en CO<sub>2</sub>, entonces vamos a usar eso para probar cuánto CO<sub>2</sub> capture el NaOH.

Por otro lado, movimos unos cables y le quitamos sin querer una patita al sensor de temperatura. Perdimos bastante tiempo intentando arreglarlo con una soldadora hasta que nos rendimos, era demasiado chiquita. Días después compramos otros 2.

**28/06** Fuimos al labo, Lucas no pudo entrar porque justo no estaba inscripto para ese día, pero desde la puerta del pab1 nos dijo qué hacer. Apenas llegamos medimos el bicarbonato si tenía CO<sub>2</sub>, y vimos que tenía 0.3mL. Luego le echamos HCl al bicarbonato y lo dejamos burbujejar dos horas para que emitía CO<sub>2</sub> y el NaOH lo capture. Nos dijo que debería hacer una efervescencia, que no vimos. Luego de las 2h hicimos la titulación pero nos encontramos que pasó directamente al rojo: no capturó nada. No sabemos qué pudo haber sido, quizás el bicarbonato se puso viejo después de tantos días.

**07/07** Fuimos al labo, Lucas hizo nuevamente el bicarbonato. Como

$$\frac{V_{\text{HCl}} C_{\text{HCl}}}{V_{\text{muestra}}} = C_{\text{CO}_2}$$

$$0.4 \times 0.5 / 5 \text{mL} = 0.04 = C_{\text{CO}_2}$$

multiplicado por 84, que corresponde al bicarbonato, queda  $0.0484 \times 3.36g = 1.66g$  de NaHCO<sub>3</sub> para 1L, así que preparamos eso para luego en dos poner en dos frascos de 0.5L. Se utiliza una matraz de 1L. Así, entonces queda que (ecuación de gramos de CO<sub>2</sub>) se esperaría que emita 1.166g de CO<sub>2</sub>.

(tengo anotado en el cuaderno V2=0.45mL=1.05gCO<sub>2</sub>; no se de qué)

Primero medimos el NaOH apenas llegamos, para la de 0.5M y 1M ni capturaron. Luego de tirarle HCl al bicarbonato, y esperando una hora a que burbujee, medimos

Frasco 0.5M	Frasco 1M
4.6	8.9
5	9.3

Por lo tanto, capturó 0.4

Usando la ecuación de gramos de CO<sub>2</sub>, queda que

$$gCO_2 = \frac{0.4 \times 0.53 \times 0.75 \times 44g/mol}{5mL} = 1.399g$$

Por otro lado, Lucas nos enseñó a preparar HCl porque luego nos vamos a quedar sin:

Para saber la concentración de una solución se debe usar algún patrón primario, en este caso para saber el de NaOH se usa biftalato 0.1M. Tomamos 10mL de biftalato + fenolftaleina y vemos cuánto HCl consume hasta ponerse rosa (en este caso, V=2.05mL) entonces

$$\frac{10mL \times 0.1}{2} = 0.5$$

El HCl de fábrica tiene SCinicial: 37.25gHCl/100gSC

Queremos SCfinal 0.5moles/Lsc

1ro) V=m/densidad=100g/1.19g/mol = 84.03mL

2do) Si tenemos 37.25g de HCl, entonces Mr=g/mol entonces mol=37.25g/36.5g/mol=1.02moles

3ro) Si 84.03mL → 1.02moles, entonces 1000mL→12.4M

4to) CiVi=CfVf entonces Vi=0.5M × 250mL / 12.14M = 10.3mL

En una matraz de 250mL le colocamos agua destilada hasta mitad aprox, agregamos los 10.3mL de HCl súper concentrado. Mezclamos bien, llenamos hasta la boca y mezclamos con el tampón puesto. Tomamos muestra de 5mL + 2 fotas fenolftaleina, si se hizo bien hay que hasta alrededor de 5mL para que cambie a rosa. Vimos que llevó 5.3mL

Entonces  $5.3 \times 0.5 / 5 = 0.53$

Por lo tanto, la concentración es 0.53M.

Por otro lado, cortamos en forma circular unos mosquiteros y lo pusimos debajo de todo del frasco para que airee mejor. A la manguera le hicimos varios agujeros para que airee en todo el frasco. Le pusimos algunos pastitos que cortamos de afuera y lo dejamos todo encendido hasta el día siguiente, para hacer la primer medición de captura de CO<sub>2</sub> (esta vez con pasto)

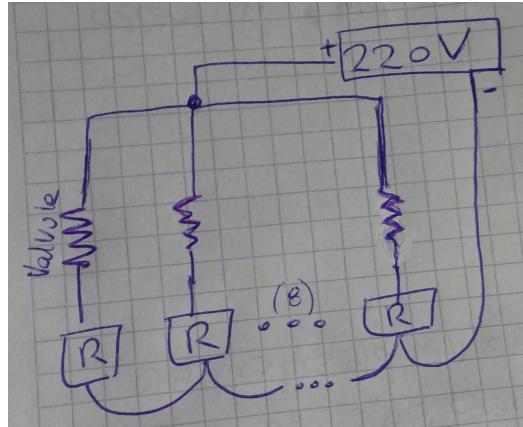
**08/07** Lucas y Fede fueron al labo. Midieron que 0.6mL fue capturado, como el día anterior había sido 0.4mL, entonces en menos de 24hs capturó 0.2mL!

### 3 2do cuatri - LABO 7

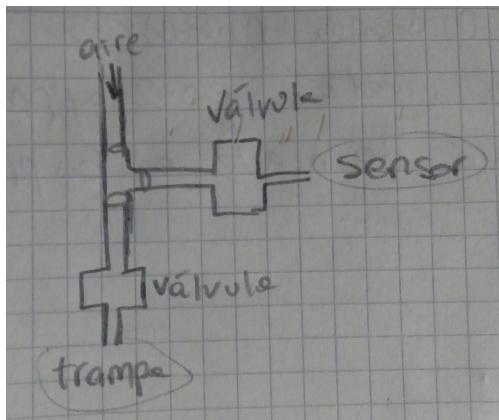
Bueno empezamos el cuatri con Caro con covid... por lo que no pudimos ir las primeras dos semanas al labo. Mientras, averiguamos de comprar un sensor CO<sub>2</sub> para arduino y electroválvulas.

Compramos el sensor MH-Z19 compatible con arduino, a buen precio, \$7600. Su rango de medición es 0-5000ppm.

Compramos una electroválvula "5/2" (1 entrada, dos salidas, y hace un switch cuando le llega corriente) para probar, pero lamentablemente no funcionó. Con o sin corriente, siempre salía el aire por la misma salida. Esto sucedió debido a que requería de una presión mínima. Debíamos comprar las válvulas que son 'acción directa' pero lamentablemente no existen así, sino una entrada y una salida. Nos dieron dos para probar y funcionaron perfectamente, por lo tanto efectuamos la compra de 8 electroválvulas así. Además, compramos un relay x8, y la idea es ponerlos en paralelo:



Así, la idea es que hayan dos válvulas por serie. En cada serie, la válvula que redirige el gas al frasco con NaOH que captura CO<sub>2</sub> se mantendrá siempre abierta. Luego, cada 6h, se cierra esta válvula y se abre la que abre el paso al sensor durante un cierto tiempo (a determinar). Una vez medido el CO<sub>2</sub>, se cierra esta válvula y se abre la que redirige el gas al frasco con NaOH.



Esto, cuadruplicado. Entonces, 4 válvulas se mantendrán encendidas para que estén normalmente abiertas (las del NaOH) y luego, cada 6h, se van cerrando y abriendo la válvula que redirige al sensor, una a la vez.

## Preparación de muestras

Paralelamente, preparamos las muestras de lo que vamos a medir su biodegradabilidad. Hicimos una mezcla de 60-20-20 de almidón-agua-glicerol y otra de lo mismo pero adicionándole nanopartículas de TiO<sub>2</sub> (cuánta...?). Se prepararon mezclas de 400g.

Para la del almidón, simplemente se mezclaron primero el glicerol con el agua (con ayuda de un agitador magnético) y luego se lo adicionó a una fuente con el almidón y se mezcló con las manos. Costaba, dado que por momentos presentaba fases de fluido no newtoniano, siendo muy difícil de manejar y mezclar. Finalmente, quedó todo hecho granos. Y lo pasamos por un tamiz para que quede como polvo.

Para la del almidón+np de TiO<sub>2</sub>, mezclamos el glicerol con el agua por un lado y preparamos el almidón por otro. Luego, tomamos una pequeña porción del líquido (glicerol+agua) en un vasito y le introdujimos las NP. Luego, utilizamos un sonicador de punta para disolver las NP.

Hicimos otra muestra más de almidón-glicerol-agua solo para después quemar en la extrusora.

Las mezclas las dejamos reposar 24h.

Al día siguiente, 24h después, extrudamos.

Utilizamos como perfil de temperatura 60-100-110-120-130-140-140-140-140-120 y a 120 rpm, que resulta ser distinto a lo que acostumbran (sobre todo en rpm), y a mayor temperatura justamente porque a mayor rpm más rápido pasa por la camisa de la extrusora, y así el material está menos tiempo dentro. La extrusora demoró como una hora alcanzar estos parámetros. Con un ventilador y todo, costó que el primero sea a una temperatura de 60°C,

dado que el de al lado tiene una temperatura de 100°C. Llegó a 80°C y decidimos dejarlo así. IMPORTANTE: controlar la presión, que no debe superar los 10 ... (unidad que no recuerdo). A la extrusora primero se le tira una primera tanda de polietileno para limpiarla. Si quedan restos, el polietileno lo arrastra (¿con qué perfil de T? colgué) Luego, se utilizó la muestra para quemar. Se le va echando muy de a poco sobre la boquilla, apretando con un palito de silicona bastante duro para que los tornillos se lleven los grumos. A la salida, sale toda una cosa que parece vomitada (el PE derretido), donde luego se le puso como un 'filtro' para con un agujero medio grande como para que salga en forma de 'chorizo'. Luego del PE, se le echa el almidón para quemar. Esto, para arrastrar el PE. Finalmente, se ponen las muestras que hicimos. Primero solamente la de almidón, que resultó a la salida un color mas o menos marrón, un poco duro y resistente ante esfuerzos. Luego, le introdujimos el de almidón+NP, donde a la salida se observó de un color blanco, y mucho mas flexible y manejable.



Luego, de estos 'chorizos' hacemos films con una prensa hidráulica. Cortamos pequeños pedazos de 4g y las colocamos sobre dos láminas de teflón tipo haciendo un sanguichito, y luego dos láminas metálicas (también en sanguichito) como para poner en la prensa. Comprimimos un poco, de manera que quede un contacto completo entre la lámina y la prensa, y calentamos a 130°C con un PID. Alcanzada la temperatura de 130°C, lo dejamos un rato más hasta tocar la lámina metálica y esté realmente caliente. Luego, presionamos a 1 (... unidad de presión? bar?) y lo dejamos por 15 minutos. Cada tanto revisamos porque la presión baja, así que volvemos a presionar para que quede a 1 (...unidad). Pasados los 15 minutos, lo llevamos a una presión de 5 (...unidad?) durante otros 15 minutos, siempre chequeando cada tanto de que siempre esté a tal presión. Luego, ponemos el PID en 0°C y colocamos un ventilador apuntando a la prensa para que se enfrie más rápido. También, controlando que esté siempre a 5 (unidad?) de presión. Cuando la temperatura llega a 38°C - 40°C, liberamos la presión y quitamos el film cuidadosamente. Luego, colocamos los films en un colador en forma de resorte, tipo tender.

Los films se colocan en un contenedor a humedad controlada, puesto a que las propiedades del almidón cambian según las condiciones tanto de fabricación como de procesos. Al contenedor, con ayuda de una bomba, lo ponemos en vacío.



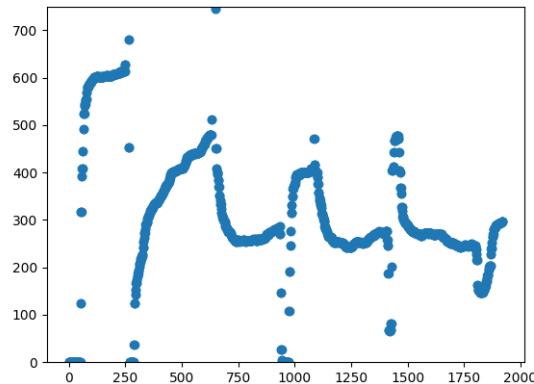
La extrusión la hicimos el viernes 10/09. Durante la semana del lunes 13/09 y la siguiente, 20/09, estuvimos haciendo 8 films de almidón y otros 8 films de TiO<sub>2</sub>.

## Calibración del sensor CO<sub>2</sub>

Colocamos el sensor en un pequeño contenedor sellado con dos orificios: uno con la manguera entrante, con el aire en interés de medir, y otra con la salida de los cables y además salida del aire.

Para calibrar el sensor, como no tenemos gases de CO<sub>2</sub>, se buscó lo contrario: que mida cero. Para ello, se preparó una solución 10M de NaOH para que capture el CO<sub>2</sub> del ambiente y luego se pasó tal aire, libre de CO<sub>2</sub>, por el contenedor.

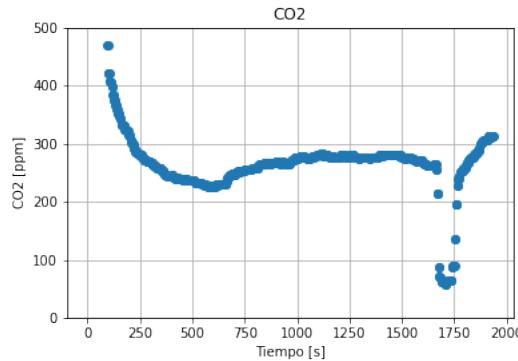
En las primeras pruebas, sucedió que al prenderlo subió el valor del CO<sub>2</sub> en ppm, y luego bajó hasta estabilizarse. Lamentablemente, llegaba hasta unos 260ppm, nunca cerca de 0 (o más bien cerca de 50, que es el error del sensor). Lo intentamos varias veces y vimos el mismo fenómeno. Lo llamativo es que, al abrir el frasco de NaOH ahí sí la medición de CO<sub>2</sub> se desplomaba y se iba a 60ppm, lo que realmente queríamos medir. Lo intentamos 4 veces y en todas pasó lo mismo: al conectarlo, se estabiliza cerca de 270ppm y luego al abrir el frasco/desconectar la manguera de entrada, baja con todo los ppm y luego sube para estabilizarse hasta el de la atmósfera.



Creemos que una posible explicación sea que el contenedor no estaba bien sellado, y como el caudal y la presión de la manguera entrante es tan baja, entonces podría estar entrando aire a través del orificio de salida, el de los cables. Luego, al quitar la manguera, quizás todo el aire tiende a escaparse del contenedor produciendo un 'vacío' y por tanto, el sensor midiendo cerca de 0ppm; pues casi no habría aire. Claro que, esto duraría poco ya que luego volvería a entrar el aire hasta normalizarse con la atmósfera. Es una posible explicación.

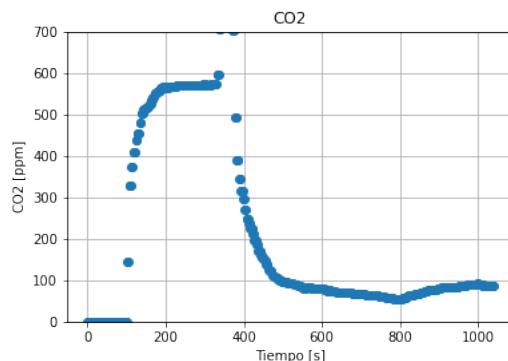
Otra opción es ¿podría estar la solución de NaOH mala? Ya que la habíamos hecho unos días anteriores. Para poner esta hipótesis a prueba, el lunes 20/09 probamos dos cosas. Por un lado, hacer una analogía a como en verdad lo tendríamos: conectar a primero NaOH y luego agua. Esto no funcionó, seguía estancándose en los

270ppm. Por otro lado, culpando que la solución posiblemente esté mala, hicimos otra solución 5M y las pusimos en paralelo: primero que capture el de 10M y luego el de 5M. Haciendo ello, vimos que bajó hasta 220ppm, cosa que anteriormente no había llegado. No sabemos si fue coincidencia o si estaba un poco mala la de 10M.



Ante la inseguridad y con tal de obtener una mejor medición, sellamos muy bien el contenedor; reduciendo la salida de los cables a la mínima posible. (esto realizado el lunes 20/09)

El miércoles 22/09 volvimos al laboratorio con la intención de medir el CO2 a la salida del NaOH, ahora bien sellado. Al hacer esto, fue un gran éxito: ha medido entre 80 y 100 ppm!!! Lo que esperábamos!



Así que evidentemente era un problema de que no estaba bien sellado. Ahora sí.

En este gráfico se puede notar los primeros 2 minutos necesarios para que el sensor se encienda, los aproximadamente 4 minutos en total desde que se enciende para que se estabilice a las condiciones ambientales, y luego el tiempo de estabilización ante una atmósfera muy distinta y cómo se plancha. La medición total presentada ha sido de 17 minutos (observando la hora de los .csv;  $17 \times 60 = 1020$  seg). Desde que conectamos la manguera, cuando subió con todo y luego empezó a bajar, se trata de 12 minutos.

Lo que es llamativo, es que la medición de CO2 baja y luego sube un poquitito. Esto pasó en todas las mediciones. Podría ser que tenga una cierta inercia. Debemos definir qué hacer, más que nada para ver el tiempo de medición entre una y otra.

Por otro lado, compramos 100 O'Rings planos para mejorar el sellado de los frascos, dado que algunos seguían perdiendo. Además, compramos elementos como para armar 6 sistemas más: 6 frascos más, 6 sunchos más, más aireadores y más prensables.

Hasta ahora veníamos armando y haciendo pruebas del sistema de a pedazos: por un lado la temperatura, por otro las válvulas y por otro el sensor. Llegó el momento de juntar todos los sistemas.

Tras pelear un rato con arduino porque al pedirle que haga un intercambio de válvulas cada 10 minutos y en vez de eso lo hacía cada 15 segundos, pudimos empalmar todas las cosas y que salgan de forma exitosa.

Con arduino le pedimos las tres cosas en simultáneo: que controle la temperatura on/off, que abra o cierre las válvulas cada cierto tiempo y que mida siempre, constantemente, el CO2. Con python, le pedimos que extraiga los

datos y los ponga en tablas en el siguiente orden: primero la hora, luego la medición de CO<sub>2</sub>, luego el estado de la válvula que redirige al sensor de CO<sub>2</sub>, luego el estado de la válvula que redirige a la trampa de NaOH, luego la temperatura del compost (la que se encuentra dentro de la tierra), luego la temperatura del suncho (y de la cual se controla el on/off) y por último el estado del relay del suncho.

Standard Date_Time	Standard CO2	Standard Estado_Valvula_CO2	Standard Estado_Valvula_Compost	Standard Temp_Compost	Standard Temp_Suncho	Standard Estado_Suncho
22/09/2021_16:41:51	548	Apagado	Prendido	20.87	20.94	Prendido
22/09/2021_16:41:57	548	Apagado	Prendido	20.94	21.50	Prendido
22/09/2021_16:42:03	548	Apagado	Prendido	20.94	23.06	Prendido
22/09/2021_16:42:08	547	Apagado	Prendido	20.94	25.25	Prendido
22/09/2021_16:42:14	547	Apagado	Prendido	20.94	27.75	Prendido
22/09/2021_16:42:20	546	Apagado	Prendido	20.87	30.44	Prendido
22/09/2021_16:42:25	546	Apagado	Prendido	20.94	33.31	Prendido

Se toman mediciones cada 5 segundos y se guardan 100 datos en un .csv, luego se arma un nuevo .csv con 100 datos y así. Esto por si, en algún momento se corta la luz o algo falla, solo perdemos las últimas 100 mediciones y no todo. Además, así, podemos eliminar los datos que no nos interesen.

Al momento de analizar datos, se elige la columna que se desea medir. En general, siempre se querrá analizar la columna de CO<sub>2</sub>, pero nos sirve tener guardado por las dudas las temperaturas del compost, ya que si algo falla es bueno saber de que la temperatura se ha mantenido siempre correctamente.

**Desde 18/09 hasta fin de mes** Ya con las electrovalvulas en mano, probamos el sistema. Con el circuito de las 8 electrovalvulas + un relay x8, colocamos 8 frascos con agua para chequear que el sistema cambie de un frasco a otro de manera correcta, y así ha sido.



Luego de esta prueba y asegurarnos que el sistema de switcheo anda bien, procedimos a realizar el armado del equipo finalmente:



También cambiamos todos los O'Rings por O'Rings planos que hemos comprado aparte, para tener un mejor sellado, y comprobamos que efectivamente funcionaban mejor: el cuarto frasco burbujeaba casi sin pérdidas.

Mientras tanto, también, seguimos haciendo algunos films que quedaron pendientes.

**Principios de octubre hasta 12/10:** Cal sodada, peso seco y más films porque parece que no van a alcanzar.

Hacemos peso seco: dado que los materiales tienen humedad, se deben pesar en condiciones secas. Para ello, se coloca en una estufa a 100°C.

Primero hicimos peso seco de las muestras, tanto de almidón como de TiO<sub>2</sub> por duplicado. Medimos el peso de 4 vasitos y los colocamos en la estufa durante 1h a 100°C, luego los quitamos y pesamos (muy poca diferencia de peso, ya estaban secos). Luego, colocamos 0.5g de muestra en cada vasito, cortando los films. Lo colocamos nuevamente en la estufa a 100°C durante, al menos, una noche (lo dejamos todo el finde). Al volver, lo pesamos. Las mediciones son:

	1	2	3	4
peso vasito	34.7481	35.2163	33.8463	34.7337
peso film	0.5046	0.5066	0.5026	0.5053
peso vasito seco	34.7377	35.2087	33.8387	34.7272
peso vasito con film, seco	35.1357	35.6093	34.2344	35.1290
Finalmente: peso film seco	0.398	0.4006	0.3957	0.4018

Por lo tanto, el peso seco de los films de 0.5g ha sido de 0.4g aprox, por lo tanto tiene un 20% de humedad.

También, se midió el peso seco de la tierra. A los vasitos se les agregó 10g de tierra seca

	1	2	3	4
m vasito seco	34.8665	34.2880	32.4135	34.4643
m vasito con tierra seca	40.2142	39.7473	38.0775	39.7955
Finalmente: peso tierra seca	5.3477	5.4593	5.664	5.3312

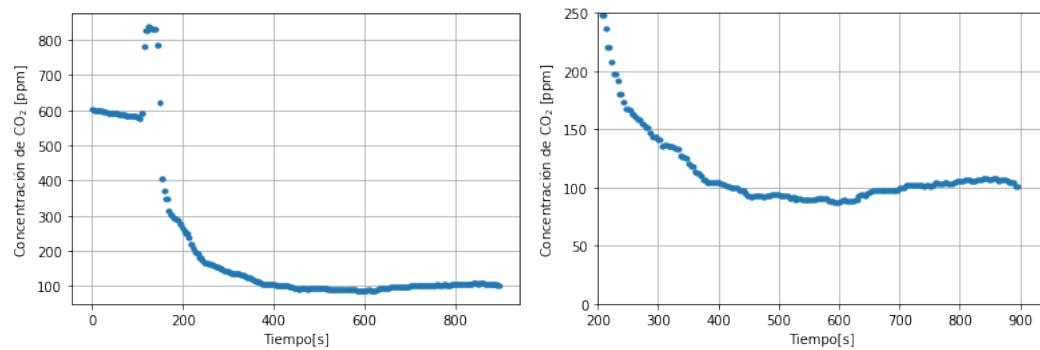
Por lo tanto, la tierra tiene un 45% aprox de humedad.

La tesis de Castro Aguirre dice que usaron proporción 1:4 de vermiculita-compost; por lo tanto vamos a usar la misma proporción para la perlita. Esto se debe cuantificar desde el peso SECO del compost. 100g de compost tiene alrededor de 55g de compost seco, y una cuarta parte de ello es 13.75g. Por lo tanto, cada 100g de compost corresponden 13.75g de perlita.

Probamos cuánta tierra entra en un frasco, para darnos una idea de cuánto vamos a usar. De solo tierra, entran 400g hasta la parte curva del frasco. Para hacer un aproximado (aun no teníamos el resultado del peso seco) probamos colocar 300g de tierra y 30g de perlita, y entraron sin problema. Ahora deberíamos agregarle un poco más, pero no va a haber problema. Por lo tanto, podremos trabajar con 300g de compost para todos los frascos.

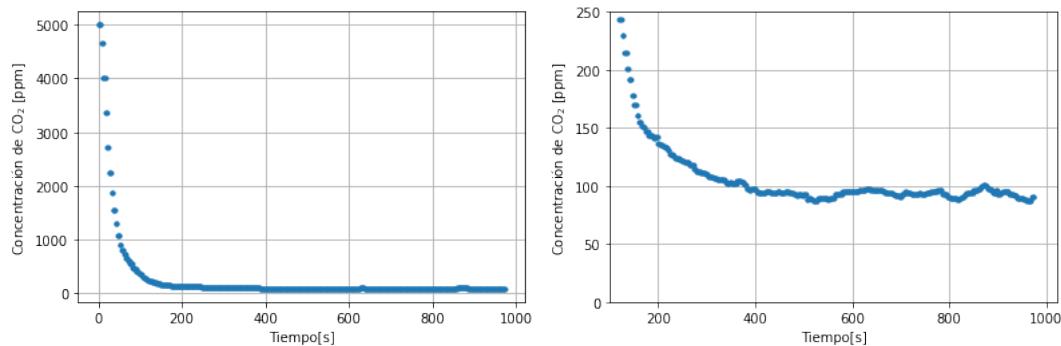
**Cal Sodada** Lucas compró más compost y NaOH sólido (cal sodada), para no tener que lidiar con el NaOH líquido que era bastante hincha (oxidó los sunchos sin contacto, solo con el aire. Muy de a poco se iba comiendo capas de la mesa y del plástico que colocamos para proteger la mesa... y sin contacto directo, solo con el aire). El mismo viene en forma como de granos de arroz. Para ver qué tan bien atrapa el CO<sub>2</sub>, lo distribuimos en 3 frascos: uno con 200g, otro con 300g y otro con 500g, y probamos con el sensor a ver qué tan bien captura (esperamos que a la salida mida muy poco)

**Cal sodada - 200g:** Se colocaron 200g en un frasco de polietileno. No se colocó menos que ello dado que sino no puede tapar a la manguera de entrada. Con el aireador de entrada, la manguera al fondo y tapada con la cal sodada, y a la salida conectado al sensor CO<sub>2</sub>; medimos la evolución del CO<sub>2</sub>:

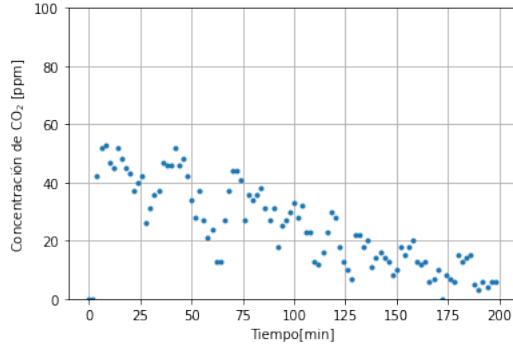


Se observa que el sensor estaba midiendo los 600ppm del ambiente y al conectar el aireador sube (como hace siempre) y luego baja, hasta llegar a valores cercanos a 100ppm (como antes también) (segunda imagen con zoom)

**Cal sodada 300g:** Igual que antes, pero se colocó en otro frasco 300g. Por alguna razón que aun no entiendo, cuando se desconectó el frasco anterior con 200g el sensor marcó 5000ppm en todo momento... con o sin entrada de aire, y no se tocaron los cables ni nada. Estuvo a 5000ppm un buen rato (más de 15min) y se conectó igual el de cal soda 300g a ver si pasaba algo, y empezó a disminuir; hasta alcanzar lo esperado: los 100ppm

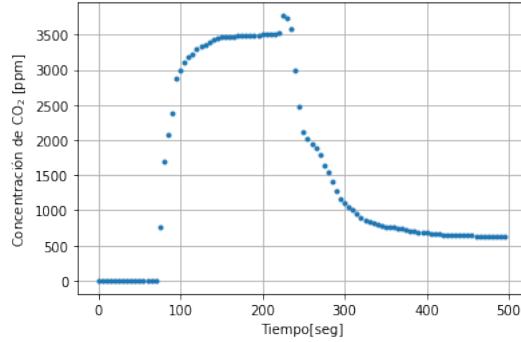


Luego de esta medición, me tenía que ir y no llegaba a medir el de 500g, pero se me ocurrió dejarlo toda la noche para ver si el de 300g se saturaba en algún momento, esta vez en vez de pedir mediciones cada 2 segundos pedí cada 2 minutos. Pasó algo raro: en primer lugar, la última medición anterior que era cerca de 90ppm no coincide con la primera de esta medición, alrededor de 50ppm. Todos estos valores están en el rango de error (50ppm) así que no son confiables, pero es interesante el carácter decreciente.

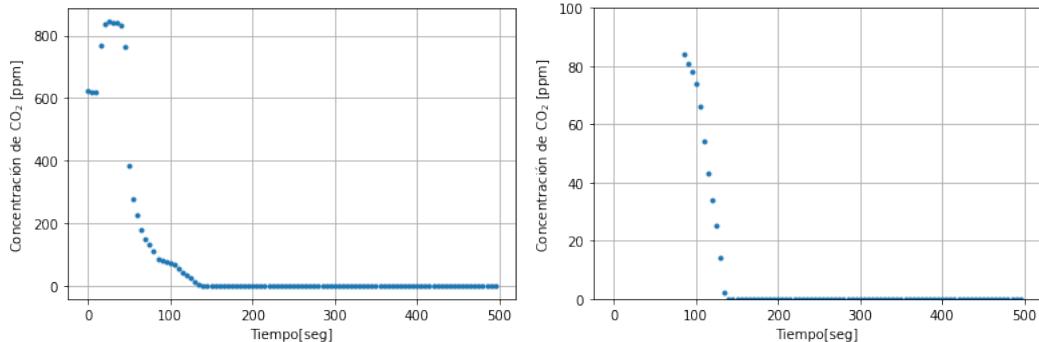


Esta medición fue de 3h y media, y fue lo único que se midió durante la noche porque la computadora se actualizó sola y luego no siguió levantando datos (una pena). Sin embargo, el aireador y el sensor seguirían funcionando, solo que no se levantaron esos datos. A la mañana siguiente, con teamviewer, me di cuenta de esto y puse el código de python para que lea los datos y me llevé con una sorpresa: todos los datos marcaban 0ppm. Desde las 10hs hasta las 13hs que siguió levantando datos cada 2 minutos, todos todos todos los datos marcaban 0ppm. Pensando que pudo haber sido un error de python, lo volví a correr a las 13.15hs y nuevamente: siempre marcaba 0ppm. (los datos quedaron guardados en las carpetas con nombre '2021-10-13\_10-04-04' y '2021-10-13\_15-12-53' ... ni hace falta gráfico, los archivos .csv marca en todas las filas un valor de 0)

Fui a la facultad y desconecté el frasco del sensor, y empecé a medir continuamente hasta irme (carpeta 2021-10-13\_16-23-39 ; a las 16.23hs), tomando datos cada 5 segundos. Al llegar, seguía midiendo cero, así que lo soplé a ver qué hacía. Efectivamente subió y fue disminuyendo lentamente hasta equilibrarse el sensor. Bien, me indicaba de que el sensor por lo pronto no se arruinó



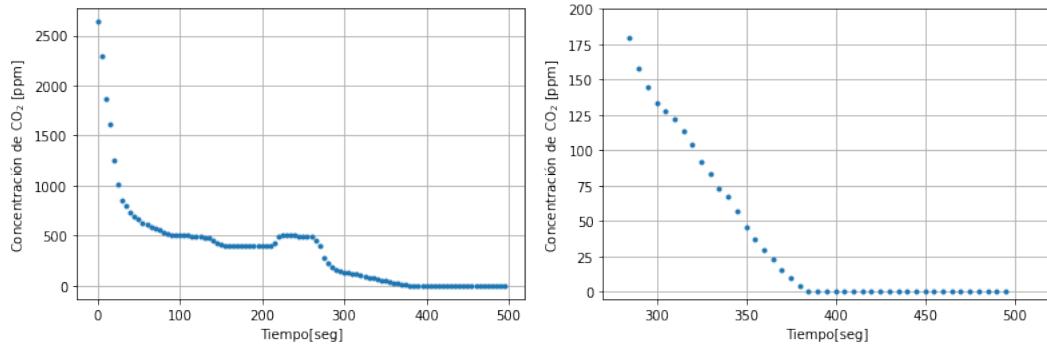
Ya estabilizado, alrededor de los 600ppm que es lo que esperamos por el ambiente, vuelvo a conectar el frasco con 300g de cal soda (a las 16.32hs). El frasco desde los 600ppm subió como le pasa siempre que hay viento y luego se fue directo al cero (segunda foto con zoom):



Podría ser que bueno, se saturó.

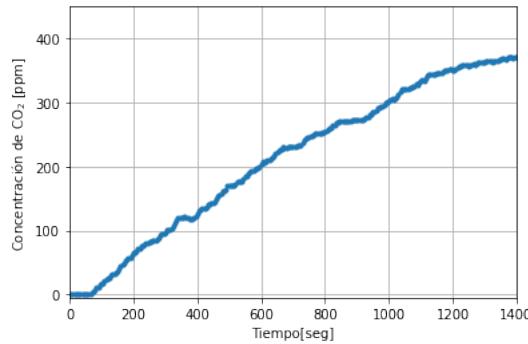
Pruebo la de 500g, que me había quedado pendiente del día anterior. Si bien el frasco lo había armado el día anterior, lo dejé sellado con las tapas totalmente cubiertas (no las que tienen agujeros) para que no capture nada,

no vaya a ser que se sature durante la noche. Como la última medición era de 0ppm, al sacar el de 300g lo soplé para que vuelva un poco a la atmósfera, y se fue hasta 5000ppm, luego fue bajando hasta estabilizarse alrededor de 500ppm. Allí, le conecto los 300g de cal soda y esto se observó: (segunda foto con zoom en la bajada, que es con la cal soda)



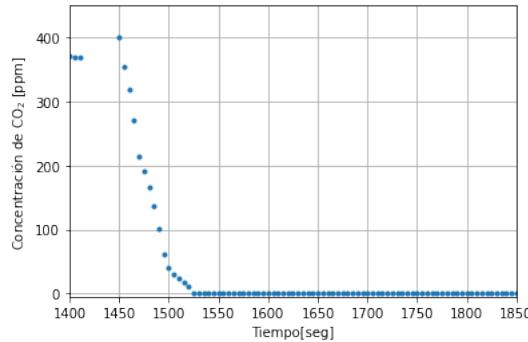
Otra vez se fue a cero! Y el de 500g! Que no debería estar saturado... o salvo que se haya saturado en los 10minutos que pude haber tardado en hacer que el frasco de polietileno llegue a 500g, lo cual no creo.

Le desenchufé la manguera de los 500g y dejé que mida el ambiente ¿cuánto tardará en estabilizarse, sin un 'envión'? (sin soplarlo o ponerle el aireador directo). Bueno... a paso sumamente tortuga, luego de 25 minutos llegó a 370ppm



Ok... tarda MUCHO en estabilizarse. ¿puede ser un tema de presión?

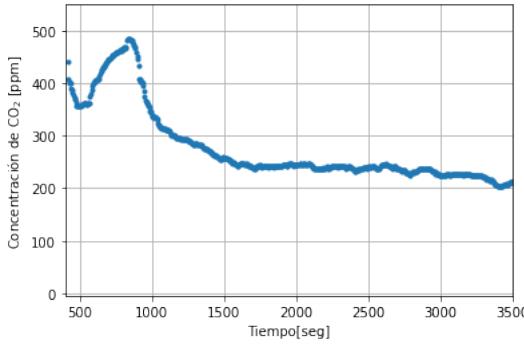
Vuelvo a probar la de 200g, que el día anterior había salido 10 puntos... se fue en dos minutos a cero también.



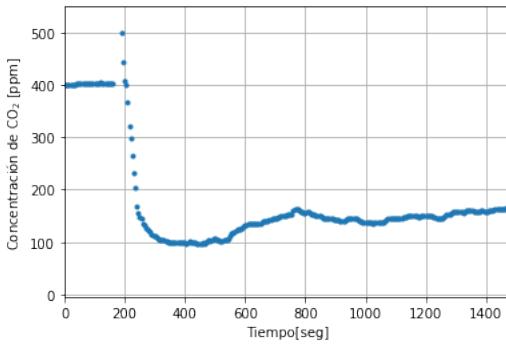
LPM!!! Ayer estaba bien!! Qué pasó ahora!? Si apenas después de medir la cerré con su tapa, no se pudo haber saturado.

¿estarán posta mal la cal soda? Pruebo las soluciones viejas, la de 10M de NaOH.

Primero, como se quedó midiendo 0ppm por la cal soda, le conecto el aireador para que le tire aire del ambiente y lo dejo estabilizarse unos 10minutos, donde llegó hasta 460ppm de manera estabilizada; allí conecto entonces el frasco 10M de NaOH y mido a ver si sigue buena la solución... Lo dejé como casi una hora, y esto fue su evolución:

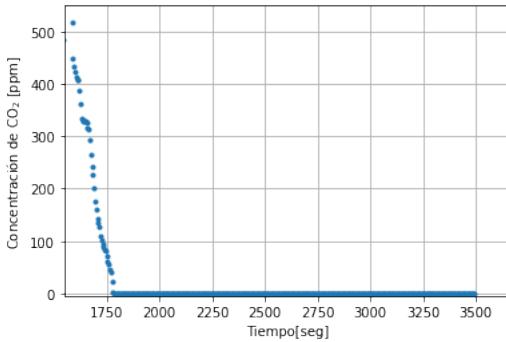


Sumamente lento... se me hace que la solución está mala después de tanto tiempo. O esta solución 10M estaba mala o el sensor realmente está midiendo mal a la salida de capturadores de CO<sub>2</sub>... Para sacarme esa duda, preparé una nueva solución 1M NaOH; y esto midió:



donde al principio hace la típica subida al sentir viento, y luego bajó a 100ppm y subió hasta 150 ppm aprox. Esto se midió durante 20 minutos aprox.

Luego ya me tenía que ir... así que pensé en dejar conectada la cal sodada de 200g. Enseguida se fue a cero de nuevo... y lo dejé midiendo toda la noche.



## References

- [1] G. Kale, R. Auras, S. P. Singh, R. Narayan - *Biodegradability of polylactic bottles in real and simulated composting conditions.*
- [2] E. Castro-Aguirre, R. Auras, S. Selke, M. Rubino, T. Marsh - *Insights on the aerobic biodegradation of polymers by analysis of evolved carbon dioxide in simulated composting conditions.*