

Informe de Actividades

Estabilización y disposición final de residuos. Propuesta para prácticas de ciencias biológicas

Autores

Victor Hugo Rangel Picón
picon_1@ugto.mx

Claudia Karina Sanchez Sanchez
claudia.sanchez@ugto.mx

Jesús Enrique Macías Coss
je.maciascoss@ugto.mx

Laura Ramirez Cervantes
l.ramirezcervantes@ugto.mx

María Fernanda Perez Chavez
mf.perezchavez@ugto.mx

Silvia Bravo Gallardo
s.bravogallardo@ugto.mx

Resumen

En los laboratorios se manejan grandes cantidades de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, en la mayoría de los casos peligrosos para la salud y el medio ambiente. Aunque el volumen de residuos que se generan en los laboratorios a nivel escolar es generalmente pequeño en relación con el proveniente del sector industrial, no por ello se debe minusvalorar el problema. En cualquier laboratorio se llevan a cabo procedimientos para el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

En el presente trabajo se determinaron y establecieron procedimientos para la correcta disposición de residuos generados en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato; usando procedimientos de neutralización, mezclado, secado, clasificación de medicamentos caducos, al igual de producto terminado obtenido en el semestre anterior y utilización de operaciones unitarias de molienda, tamizado y tableteado. Todo esto se realizó con la finalidad de disminuir en lo posible el impacto ambiental al igual que los costos de tratamiento con proveedores externos y sea esto una alternativa económica y ecológica; incluso con esto se busca recuperar materia prima que pueda ser reutilizada en los posteriores semestres.

Objetivo

- Identificar los residuos procedentes del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica y determinar los constituyentes de los residuos para determinar, en base a metodologías existentes, aunque poco conocidas, el adecuado tratamiento y almacenamiento de los productos químicos resultantes.

Introducción

Los desechos son considerados materiales no deseados o inutilizables que la gente ya no utilizará y/o que se pretenden eliminar o ya se han desechado. En los laboratorios del área farmacéutica (Tecnología Farmacéutica I y II, Farmacia Química y Aseguramiento de Calidad) en la División de Ciencias Naturales y Exactas generalmente son desechos con principios activos y excipientes caducos. Estos desechos se consideran como inocuos puesto que estos están dirigidos para el uso humano, siendo el principio activo el más peligroso si este se encuentra en una concentración considerablemente dañina para la fauna y, en consecuencia, para el medio ambiente, sin embargo, un laboratorio de docencia no alcanza estos límites.

Por esta razón se ve la necesidad de considerar diferentes métodos de disposición de residuos con la finalidad de reutilizarlos y así prescindir de un tratamiento por proveedores externos, lo que supondría un beneficio económico así como ecológico, ya que los desechos de este laboratorio, en su mayoría, comprenden ácidos de baja concentración, excipientes como sacarosa, celulosa, celulosa microcristalina, colorantes y blísteres, residuos inocuos con posibles ventajas reutilizables que se evaluarán a lo largo de este informe.

Clasificación y etiquetado de residuos

Todos los residuos peligrosos químicos deben estar identificados mediante una etiqueta para conocer en todo momento el tipo de residuo que se tiene y para facilitar su manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final, evitando riesgos por compatibilidad con otros residuos.

A continuación, se muestran los ejemplos de etiquetas y registros con la información básica que debe ser incluida según el Art. 46 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

	RECIPIENTE NO. 5	2
	Vidrio contaminado	
RESIDUOS PELIGROSOS: Laboratorio Tecnología Farmacéutica		
Responsable: QFB Alfonso Trujillo Valdivia Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato División de Ciencias Naturales y Exactas Unidad Noria Alta S/N, Colonia Noria Alta, 36000 Guanajuato, Gto. Edificio I PA		3
Fecha de inicio del envasado: enero del 2023		
Fecha de término del envasado: enero del 2024		4
Envasó: Víctor Rangel Picón		

Figura 1 Ejemplo de etiqueta de residuos (Vidrio contaminado) de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato. (1) Logotipo. (2) Descripción del recipiente (residuo). (3) Información del generador. (4) Fecha de acumulación.

1		UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO CAMPUS GUANAJUATO-GUANAJUATO DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS			
	Responsable: <u>Alfonso Trujillo Valdivia</u>	Firma: _____			
2	Laboratorio: <u>Tecnología Farmacéutica</u>	Ubicación: <u>edificio "I" planta alta DCNyE</u>			
	Responsable de entrega de residuos: <u>Víctor Rangel</u>	Fecha: <u>31 de enero de 2022</u>			
1	Tipos de compuestos/Descripción de los reactivos contenidos por recipiente/concentración Excipientes sólidos inertes: lactosa, glucosa, almidones, pectinas, celulosas, estearatos, talcos, cápsulas de gelatina, silicatos, colorantes orgánicos, saborizantes naturales, etc., de concentración variada cada uno.	Cantidad en Litros o mililitros (o en gramos si es sólido) 28 kg	Estado físico Sólidos varias tamaños de partícula	Material y capacidad del recipiente Envase de plástico de 50 litros	Observaciones (hoja de seguridad, etc.) Sólidos inertes para elaboración de medicamentos cosméticos y productos de limpieza en estado físico sólido Todos de grado USP y / o industrial, comestibles y no tóxicos
	3		4		5

Figura 2 Ejemplo de registro de los recipientes existentes de residuos del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica. (1) Logotipo. (2) Información del generador. (3) Descripción química. (4) Estado físico. (5).

También se debe indicar la concentración relativa al 100% de los componentes. En caso de no contar con la información específica sobre la mezcla de residuos, se debe indicar la cantidad de residuos que se hayan mezclado.

Una de las principales fallas más comunes en el manejo de residuos peligrosos químicos es la incorrecta identificación en el llenado o la carencia de etiquetas, por lo cual se realizó una actualización de las etiquetas ya que muchas se encontraban deterioradas. Las etiquetas se colocan en la parte del frente de los envases primarios, pero se deterioran por el derrame de fluidos por tanto se tomó la decisión de también colocarlas en la parte posterior para no perder el etiquetado de los envases.

Neutralización de residuos ácidos

Dentro del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica del Edificio "I" planta alta se generan residuos de ácido clorhídrico que se utiliza en las prácticas de la UDA de Control de Calidad para simular la ácidos del jugo gástrico para las pruebas de calidad de las tabletas, por tanto, también tienen residuos de las formas farmacéuticas que se ponen a prueba.

Con base el documento de la UNODC se eliminar la solución por el sistema de alcantarillado (de estar disponible) con 20 partes de agua por cada parte de solución neutralizada cuando se alcance un pH de por lo menos de 5.5 – 9.0 y de no disponer de un sistema de alcantarillado, eliminarla mediante entierro en una fosa o zanja, para lo cual se agregan los ácidos diluidos a razón de 1:10 por volumen con agua a una cantidad abundante de una solución de agua helada (1:10) de una base como carbonato de sodio, hidróxido/óxido de calcio (cal), o hidróxido de sodio para ácidos concentrados. De estar disponible, sería preferible el uso de la cal como base neutralizante, ya que de esta forma hay menos sales solubles en el agua, que se pueden eliminar con mayor seguridad y facilidad.



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS GUANAJUATO-GUANAJUATO
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Responsable: Alfonso Trujillo Valdivia

Firma: _____

Laboratorio: Tecnología Farmacéutica

Ubicación: edificio "I" planta alta DCNyE

Responsable de entrega de residuos: Víctor Rangel. Fecha: 8 de julio de 2022

2	Soluciones acidas de concentraciones variadas de baja concentración.	17.4 <u>lts</u>	Solución líquida	Envase de plástico de 20 litros	Soluciones líquidas de varias concentración , referencias de ácidos en solución, para control de calidad, Todos de grado USP y / o industrial, comestibles <u>pH 4.0</u>
12	Soluciones acidas de concentraciones variadas.	4 <u>lts</u>	Solución líquida	Envase de plástico de 5 litros	Soluciones líquidas de varias concentración , referencias de ácidos en solución, para control de calidad, Todos de grado USP y / o industrial, comestibles <u>pH 5.0</u>
13	Soluciones acidas de concentraciones variadas	2 <u>lts</u>	Solución líquida	Envase de plástico de 4 litros	Soluciones líquidas de varias concentración ,

Figura 3 Registro de la Hoja de recepción de residuos (ácidos).

Sabemos que los ácidos utilizados son preparados 0.1% y las garrafas según se muestran en la Fig. 3 tenemos un volumen de 23.4 litros de las soluciones ácidas almacenadas, de las cuales solo 23.4 mL aproximadamente serían de HCl lo cual cubre la dilución de 1:10, para la neutralización se utilizó hidróxido de sodio que es el reactivo con el cual se contaba en el laboratorio.

Se tomo el pH directamente de la garrafa 2 con las tiras reactivas del laboratorio obteniendo un pH 5, sin embargo, al tomar las muestras de un litro para poder determinar cuánto hidróxido de sodio se requiere para dejar el pH alrededor de 6 – 7. Pero en la primera lectura de la muestra A presento la coloración de un pH de 5 pero a los segundos se tornaron manchas rojas que ya no coincidirán con la gama de colores (Fig. 5) y en la muestra B los colores no aparecen en la gama de indicadores, por lo que se concluyó que se pudo dar una separación de fases con diferente pH, también se hizo la lectura con otra presentación indicadores donde se obtuvo la lectura de un pH de 1 para ambas muestras, la cual no coincidía con el pH del registro que se muestra en la Fig.3. Se hizo la

lectura del pH con el potenciómetro sin embargo este no mostraba lecturas claras así que se optó por utilizar las tiras con los 3 indicadores para las lecturas.

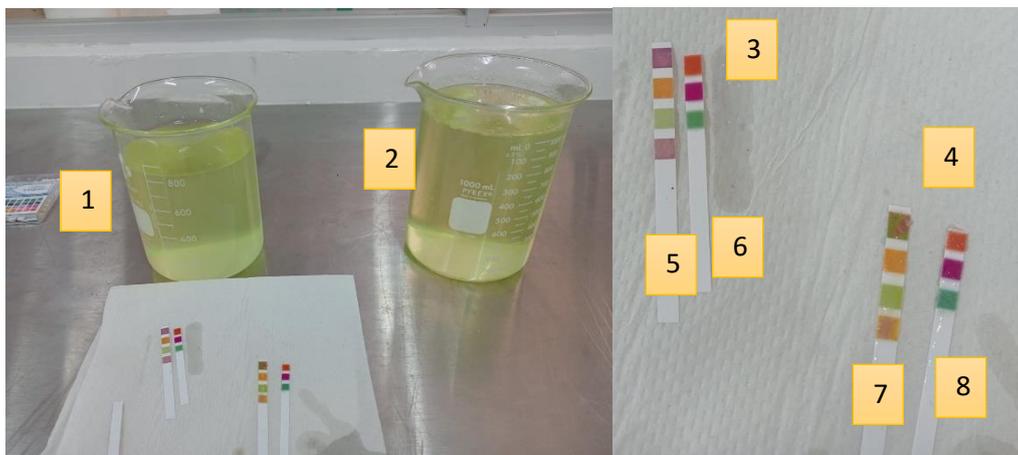


Figura 4 Muestras de la garrafa 2 de ácidos y su determinación de pH inicial. (1) Muestra A. (2) Muestra B. (3) Comparación de dos presentaciones del papel indicador universal de la muestra B. (4) Comparación de dos presentaciones del papel indicador universal de la muestra A. (5) (7) Resultados de la primera lectura y no entran en ninguna de la gama de colores de las tiras. (6) (8) Resultados de pH de 1 para ambas muestras.



Figura 5 Gama de coloración del papel indicador universal de pH con cuatro indicadores.

Se agregaron cantidades conocidas de NaOH poco a poco hasta que se consiga el pH buscado para hacer los cálculos de cuanto se ocuparía para la neutralización de volúmenes mayores. la agitación en las muestras A y B se realizaron con varilla de vidrio, en los volúmenes mayores se intentó con agitador magnético, pero fue más eficiente con una espátula.

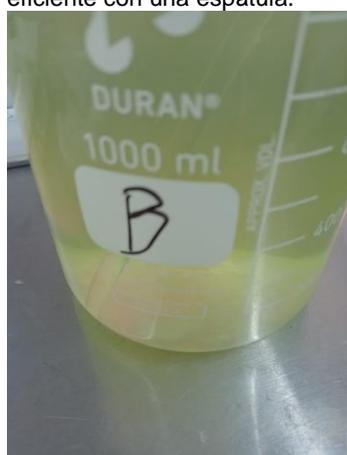


Figura 6 Al adicionar el NaOH en la solución ácida se observó la reacción de un cambio de color, lo que nos indica que también se agregaron indicadores colorimétricos a la garrafa, lo cual nos sirve de apoyo para su monitoreo.



Figura 7. En la experimentación cuando se superó el punto de equilibrio la solución tomó la coloración roja, que nos dio una lectura de pH 12. Agregando 17.5 g y 18.3 g de NaOH en las muestras A y B.



Figura 8 Se repitió el análisis, pero con un volumen de 8 litros. Con los datos obtenidos en las dos muestras A y B se determinó aproximadamente cuantos gramos se requerían de NaOH dejando libre un rango para hacer la adición de pesos pequeños y medidos con la finalidad de no llevar el pH de la solución hasta un pH básico.

Mezcla de sólidos inocuos con ácidos neutralizados

En la UDA de tecnología farmacéutica se usan varios excipientes y materiales para el aprendizaje del alumno destacando la celulosa y la sacarosa, con estos materiales se hizo una prueba con agua destilada, agua de la llave y agua de garrafón para evaluar sus propiedades. Se observó compartían características similares; una absorción de 15 ml por cada 5 gramos de sólidos inocuos, color blanco con punteado azul y verde, y una consistencia pegajosa con pH de 4 y sin olor.

Por lo que se procedió a hacer una prueba ahora tomando en cuenta el residuo líquido previamente neutralizado y se observó que a una cantidad de 15 mL de residuos líquidos neutralizados, junto con 5g de sólidos inocuos se observa que el pH de 6 de los residuos líquidos neutralizados bajaba a un pH de 4.

Dado lo anterior, se buscó evaluar este mismo comportamiento, pero a mayor escala, utilizando 6 litros de residuos líquidos neutralizados y 3Kg de residuos sólidos inocuos. Se dejó reposando una noche y se observó que se mantenía la misma humedad del día anterior, por lo que se optó por evaluar este mismo comportamiento ahora a diferentes cantidades y pH's.

Mezcla	pH del residuo líquido neutralizado	pH de la mezcla
2 kg de residuos sólidos inocuos + 4 litros de residuo líquido neutralizados	6	4
5 kg de residuos sólidos inocuos + 10 litros de residuos líquidos neutralizados	6	4
5 kg de residuos sólidos inocuos + 10 litros de residuos líquidos neutralizados	9	4

Tabla 1 sólidos inocuos compuestos en su mayoría de celulosa, fueron mezclados con diferente cantidad y volumen del residuo líquido previamente neutralizado como se muestra en la tabla.

Los resultados de esta prueba fueron los utilizados en la operación de la composta para árboles.

Al repetir la prueba de mezcla de los sólidos inocuos se observó que la consistencia, el olor y la cantidad de sólidos en ácido (10kg de sólido inocuos, 10 litros de ácido) no era la misma, el pH fue el único que quedaba en 4 por lo que se procedió a hacer una replicación.

Mezcla	Color	Textura	Observaciones
10kg de sólido inocuos, 10 litros de ácido	Gris	Pastoso Espeso	pH 4
10kg de sólido inocuos, 10 litros de ácido	Café rojizo	Se observo que tenía dos fases, una de sólidos y una fase acuosa.	pH 4 Al añadirle el ácido se creó una reacción efervescente.

Tabla 2 Residuos sólidos inocuos compuestos en su mayoría de sacarosa, los cuales fueron mezclados en un volumen determinado de ácido como se muestra en la tabla.

Según esta información, se dedujo que las primeras mezclas los sólidos inocuos en la mayoría de ellos es celulosa a comparación de las segundas mezclas que en su mayoría eran sacarosa o derivados (sacarosa, gnetina, etc.). Esta mezcla se usó para la segunda forma de uso o desecho, siendo el secado para la reducción de estas mezclas mediante energía solar.

Plantar árboles en triplicado con diferentes cantidades de la mezcla

Las mezclas de sólidos inocuos con el ácido neutralizado de la tabla 1 mostrada en el apartado anterior, fueron utilizadas para determinar si podrían tener características similares a una composta nutritiva para árboles.

Para poder establecer si las mezclas pudieran cumplir con esta función, se procedió a realizar una plantación de tres árboles de tipo Trueno con especie *ligustrum japonicum*, sobre un espacio dentro de la División de Ciencias Naturales y Exactas que tuviera buena iluminación y sombra, uno de los lugares que contaba con estos requisitos fue en la parte detrás del edificio I. Para la plantación se realizó una separación de un metro aproximadamente entre cada árbol y se enumeró cada uno para identificarlos.

Los árboles 1, 2 y 3 se plantaron usando la tierra del lugar. A los árboles 1 y 2 en la parte superior e inferior se les agrego cantidades abundantes de las mezclas (tabla 1 y 2), al árbol 3 no se le agrego ya que será nuestro control. Finalmente, cada árbol se rego con agua de la llave. Después de haberse realizado esto, se procedió a llevar a cabo un registro para ver cómo los árboles iban adaptándose a las mezclas que se les añadió y ver si efectivamente se podrían usar como una alternativa de composta. Por otro lado, se llevó a cabo un registro de riego para ver si la celulosa que contenía la mezcla podría ayudar a beneficiar a humedecer la tierra y con esto ahorrarse cantidades de agua para el riego.

En la siguiente tabla se muestra el registro de cada día después de la plantación.

Registro de la evolución de los árboles.

Fecha	Imagen	Observaciones
16/06/2023		Espacio destinado para el estudio, tiene exposición al sol y sombra durante el día, también se puede aprovechar el agua de las purgas del equipo de laboratorio (agua destilada).

16/06/2023		Se agrego la mezcla que inicialmente tenía un pH 9.
16/06/2023		En la parte superior se agregó la mezcla con un pH inicial de 6, solo en los árboles 1 y 2, se rego con inicialmente con 13 L de agua ya que la tierra inicialmente estaba algo seca, aunque la tierra no tenga la apariencia de ser infértil o de aserrín.
19/06/2023		El árbol se encuentra seco aun vivo, perdida de hojas, la tierra a pesar de los 2 días que no se regaron se muestra humedad en la tierra.

20/06/2023		El árbol se encuentra seco aun vivo, retención de humedad en la tierra, hojas quebradizas.
21/06/2023		Sin cambios, no mejora ni empeora. hojas quebradizas.

22/06/2023		<p>El tallo del árbol se observa negro y quebradizo, pérdida casi total de las hojas, en la tierra se encontró la presencia de cochinillas.</p>
23/06/2023		<p>Se extrajo parte de la mezcla que se colocó inicialmente y se observó que al ponerlo en dos capas esta zona que quedó intermedia, no se hidrató, lo cual ocasionó los efectos adversos en el árbol.</p>

<p>26/06/2023</p>		<p>El tallo del árbol se observa negro y quebradizo, perdida casi total de las hojas.</p>
<p>27/06/2023</p>		<p>El tallo del árbol se observa negro y quebradizo, perdida casi total de las hojas, se consideró por la humedad presentada solo regarlo una vez al día (por la tarde).</p>

Tabla 3 Registro de la evolución de los árboles con las mezclas.

En la siguiente tabla se identifica la fecha del día en el cual se fueron a observar los árboles y sus respectivas observaciones de cada uno.

Registro de riego de árboles (16/06/2023)

Árbol	Tipo	Especie	Fecha plantación	Mezcla		mezcla superior		FECHA	Lt.	FECHA
				pH inicial	pH final	pH inicial	pH final			
1	Trueno	Ligustrum japonicum	16/06/2023	9	4	6	4	16/06/2023	13	19/06/2023

2	Trueno	Ligustrum japonicum	16/06/2023	3	12	4	6	4	16/06/2023	023	13	19/06/2023
3	Trueno	Ligustrum japonicum	16/06/2023	3	CONTROL				16/06/2023	023	13	16/06/2023

RIEGO												
Árbol 1				Árbol 2				Árbol 3				
Fecha	Lt	Hora	Observaciones	Fecha	Lt	Hora	Observaciones	Fecha	Lt	Hora	Observaciones	
19/06/2023	4.0	09:00	La tierra mantiene la humedad por un largo tiempo a	19/06/2023	4.0	09:00	La tierra mantiene la humedad por	19/06/2023	4.0	09:00	El árbol se encuentra en buenas	
	2.5	01:30				2.5		01:30		2.5		01:30
20/06/2023	2.5	10:40	Se aprecia la humedad del suelo	20/06/2023	2.5	10:40	Se aprecia la humedad del suelo	20/06/2023	2.5	10:40	Sin novedades	
		2.5			04:30				2.5	04:30		
21/06/2023	2.5	08:45	Se aprecia la humedad del suelo	21/06/2023	2.5	08:45	Se aprecia la humedad del suelo	21/06/2023	2.5	08:45	Se mantiene la humedad en la tierra. no se absorbio por completo los 2.5 Lt	
		2.5			02:35				2.5	02:35		
22/06/2023	2.5	10:08	El árbol se aprecia seco, tallo oscurecido	22/06/2023	2.5	10:08	El árbol permanece vivo, pero se aprecia aun seco	22/06/2023	2.5	10:08	Sin novedades	
		2.5			05:17				2.5	05:17		
23/06/2023	2.5	09:30	El árbol se aprecia seco, tallo oscurecido	23/06/2023	2.5	09:30	El árbol permanece vivo, pero se aprecia aun seco	23/06/2023	2.5	09:30	Sin novedades	
26/06/2023	2.5	09:26	El árbol se aprecia seco, tallo oscurecido	26/06/2023	2.5	09:26	El árbol permanece vivo, pero se aprecia aun seco	26/06/2023	2.5	09:26	Sin novedades	
		3			02:13				3	02:13		
27/06/2023	2.5	09:33	El árbol se aprecia seco, tallo oscurecido	27/06/2023	2.5	09:33	El árbol permanece vivo, pero se aprecia aun seco	27/06/2023	2.5	09:33	Sin novedades	

Tabla 4 Registro de riego de cada árbol.

En esta tabla (Tabla 4) se observa en el primer apartado el tipo y especie del árbol, además de su fecha de plantación y la mezcla con su respectivo pH que fue utilizada, también se observa la fecha de riego y la cantidad de agua que se utilizó. En el segundo apartado se observa el día, la hora y la cantidad de agua que se utilizó en cada árbol con sus respectivas observaciones

Secado de la mezcla con ayuda de energía solar.

Las mezclas que corresponde a la tabla 2 se obtuvieron en gran cantidad por lo que se decidió reducir sus volúmenes usando la luz solar como fuente de calor para evaporar la parte acuosa de la mezcla y obtener los sólidos que contenían para posteriormente analizarlos. Se realizó este procedimiento con la luz solar para ver si podría ser una alternativa de ahorrarse el uso de equipos.

Antes de verter la mezcla sobre el suelo se colocaron bolsas de plástico y pedazos de madera para obtener los sólidos más fácilmente.

Este procedimiento se realizó en un espacio alejado de los edificios donde se imparten clases, también dónde no hubiera personal de trabajo laborando y no se observará animales rondando por la zona, ya que, no se sabía con certeza si al momento de evaporarse la parte acuosa se emitirían gases tóxicos o en el caso de los animales les llamaría la atención comer algo de las mezclas, por eso se tomaron estas precauciones además de poner un espantapájaros para las aves que se acercarán.

Cada día se fue registrando como se iba realizando el proceso de evaporación, el cual se muestra en la tabla siguiente.

FECHA	IMAGEN	OBSERVACIONES
-------	--------	---------------

<p>21/06/2023</p>		<p>Por medio de la neutralización de los ácidos acumulados con hidróxido de sodio (sin la formación de lodos), se saturó las mezclas con polvos inocuos. Estas mezclas se exponen al sol para observar su comportamiento, para hacer la reducción de su volumen/peso/tamaños.</p>
<p>22/06/2023</p>		<p>Las mezclas que se colocaron en las bolsas negras no presentan visiblemente pérdida de humedad, se consideró que es a causa de las bolsas, por tanto, se procedió a colocarlas en una tabla para continuar con el proceso de secado. Las mezclas que se colocaron en la tabla (apariencia esponjosa) y en la superficie de metal (apariencia patosa) presentan una clara pérdida de humedad y solo se voltearon para continuar con su proceso de secado. De estas dos últimas mencionadas se tomó una muestra de 5 g la cual se suspendió en 5 mL de agua para tomar el pH, en la mezcla amarilla/naranja se obtuvo el pH de 4 y en la mezcla gris/verde se obtuvo un pH de 4/5.</p>

23/06/2023



Observamos la pérdida de líquidos en las mezclas que anteriormente estaban en bolsas y la mezcla que se encontraba en el cartón desde un inicio en el cartón se encuentra en su totalidad seca y se desmorona con facilidad, las mezclas verdosas tienen una humedad apreciable y consistencia viscosa, por tanto, aún se dejan en el proceso de secado.

26/06/2023		<p>Se recoge la mezcla de color rojo ya que no presenta humedad visible, se almacena en garrafa de plástico y deja a la intemperie para analizar cómo se comporta, la mezcla verde se expone del lado húmedo para que siga con el proceso de secado.</p>
27/06/2023		<p>La mezcla roja permanece estable dentro de la garrafa, se procede a recoger la mezcla gris, aunque aún presenta humedad (se podría considerar exponer a un secado en horno después de una pulverización burda, para eliminar el resto de la humedad), presenta una consistencia viscosa lo que dificulta que se agregue a la garrafa mediante un embudo ya que esta se amasa y se obstruye el flujo al estar empujando la masa.</p>

Tabla 5 Registro de evaporación de la mezcla de sólidos inocuos que pertenece a excipientes con ácido neutralizado. En la tabla se registró la fecha en la que se llevó a cabo la observación de evaporación acompañado de fotografías que mostraban el proceso y de sus respectivas observaciones.

Clasificación de medicamentos caducos

Dentro de la institución universitaria, en un almacén próximo al laboratorio de Tecnología farmacéutica se contaba con dos bolsas negras de medicamentos con diversas formas farmacéuticas, en algunos casos sin empaque secundario y aún en menor cantidad sin empaque primario. Por otra parte, en un segundo almacén, se contaba con lo que fue una primera clasificación de algunos medicamentos caducos, sin embargo, se optó por revisar cada una de las cajas que los contenían ya que las etiquetas eran borrosas y por tanto se considera adecuado una segunda revisión del contenido para cerciorarnos de un correcto acopio.

Para obtener una correcta disposición de medicamentos, es siempre necesaria una clasificación por categorías que requieran una disposición particular, por tanto, se buscaría agrupar los medicamentos por su forma farmacéutica de acuerdo con la siguiente tabla.

Forma farmacéutica	Ejemplo
--------------------	---------

<p>Líquidos</p>	
<p>Sólidos</p>	
<p>Grageas</p>	
<p>Capsulas</p>	
<p>Semisólidos</p>	

<p>Material de curación y varios</p>	
<p>Inyectables</p>	

Tabla 6 Ejemplos de las diferentes clasificaciones de medicamentos.

Por otro lado, se hizo uso de un recipiente metálico de forma cilíndrica para depositar vidrios u objetos punzocortantes que se hallasen en los recipientes/bolsas encontradas, además, se hizo uso de una bolsa negra con la finalidad de depositar todo aquel contenedor secundario sin contenido y/o cualquier otro residuo que pueda ir a basura municipal.

Esto nos permitiría un mejor acopio y almacenaje de medicamentos caducos para su posterior disposición.

Una vez realizado el acopio de medicamentos de las diferentes bolsas y cajas, el contenido quedó repartido por forma farmacéutica en 10 de cajas de plástico rígidas, cada una con una etiqueta que identifique su contenido.



Figura 9 Cajas de plástico rígido (37cm x 32 cm x 27 cm) correctamente identificadas de acuerdo con la forma farmacéutica que contienen.

Clasificación de producto terminado del semestre actual para su disposición.

Cada semestre los alumnos de tecnología farmacéutica 1 y 2 en cada practica se realiza formas farmacéuticas sólidas, semisólidas y líquidas a lo que se procedió hacer una clasificación mediante sus propiedades.

Clasificación solidos	Disposición
Sal, talcos, excipientes, principios activos	Se desecharon como solidos inocuos para crear una mezcla para secado mediante horno
Piedra pómez	Se recolecto lo del semestre y se regaló para el uso de limpieza en el hogar
Grageas y núcleos recubiertos con medicamentos	Se procedió a la desintegración y el restante lo que no se desintegro se colocó en residuos de solidos inocuos
Núcleos de celulosa microcristalina con cubierta	Este se colocó en la línea de molienda y se hicieron pruebas con el molino de bolas y el molino de disco para observar su mayor destrucción y así poder formular para su reciclaje

Tabla 7 Clasificación de solidos y su disposición.

Clasificación de semisólidos y líquidos	Disposición
Cremas, geles, supositorios y labiales	Los semisólidos se colocaron a calentar todos hasta su punto de fusión, al llegar a este punto se colocó en la mezcla de solidos inocuos con ácidos neutralizados
Elixir, coloides jarabes, lociones, shampoos y jabones líquidos	Se pusieron a calentar cada uno por separado y a la vez uno con una mezcla de estos para la observación al evaporarse los líquidos se agregó a la mezcla de solidos inocuos y ácidos neutralizados

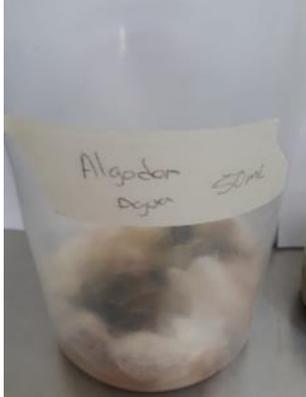
Tabla 8 Clasificación de semisólidos, líquidos y su disposición.

Al final de la mezcla, se desechó el líquido a la tarja y la parte solido se colocó en una charola para el ponerlo en un horno durante 5 horas y así secarlo por completo y colocar en el envase de residuos sólidos inocuos.

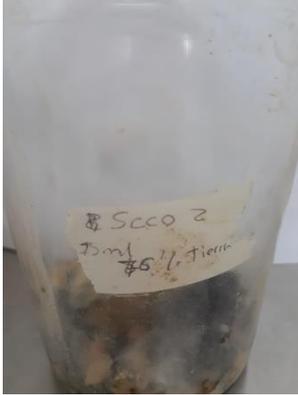
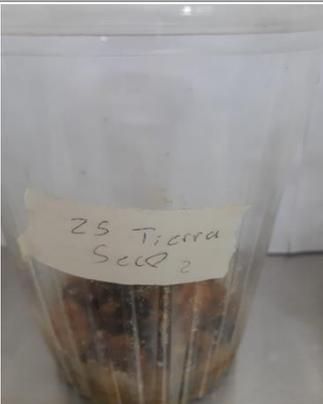
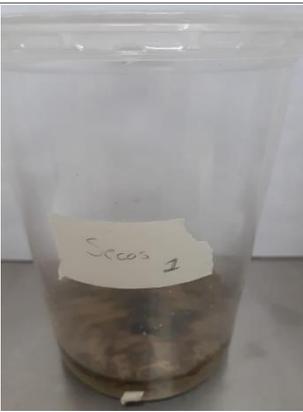
Una segunda mezcla de residuos ácidos con residuos sólidos inocuos para evaluar su posible actividad nutritiva en un microambiente con semillas de *Phaseolus vulgaris*.

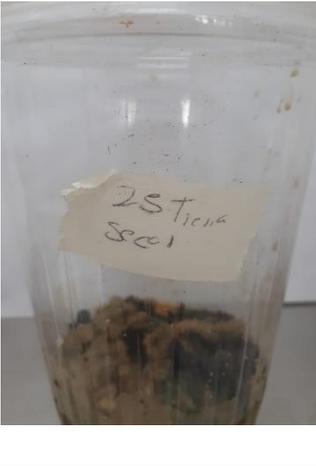
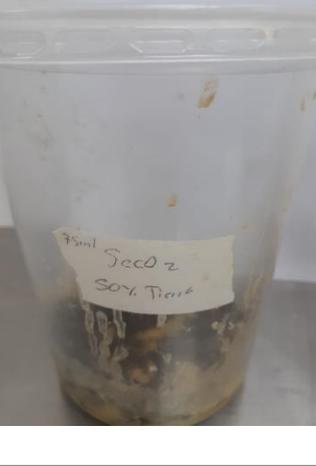
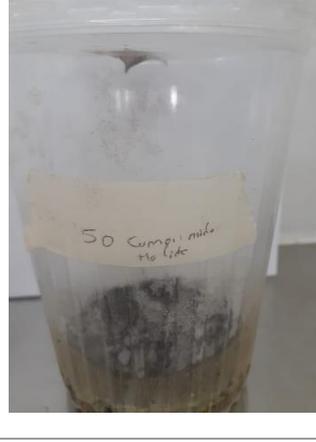
La mezcla nueva que se realizó con residuos sólidos inocuos junto con el ácido neutralizado y los sólidos obtenidos de la tabla 5, se utilizaron en este procedimiento para analizar si pudieran ser de utilidad como forma de riego y como un sustituto de tierra nutricional para las plantas.

Para analizar esto se crearon microambientes controlados con semillas de *Phaseolus vulgaris* (frijoles negros), cada microambiente se realizó en recipientes de plástico de 1 lt y estuvieron conformados c/u con 8 de estos frijoles, en cuestión del aporte nutricional tanto del riego como del sustituto de tierra se realizaron de acuerdo con la siguiente tabla.

Microambiente	Fotos	observaciones
<p>Para este caso que es nuestro control se utilizó tierra fértil 50 g aproximadamente y se regaron los frijoles con agua de la llave. Para el primer riego se le agrego 70 ml de agua, después solo se fue agregando 10 ml cada día, ya que, se conservaba bien la humedad.</p>		<p>Las primeras semanas no se observaban cambios, pero después de varias semanas se observó un pequeño brote de uno de los frijoles.</p>
<p>Se utilizo como medio algodón y se rego con agua de la llave con 50 ml e igualmente los posteriores días se rego con 10 ml.</p>		<p>No se observaron cambios</p>

<p>Se utilizo como medio nutritivo los sólidos secos de color gris (tabla 2 y 5) con una cantidad de 50 g. El riego se hizo con agua de la llave 50 ml e igualmente después cada día se rego con 10 ml.</p>		<p>No se observaron cambios.</p>
<p>Para este microambiente se utilizaron los sólidos secos de color café-rojizo (tabla 2 y 5) con una cantidad de 50 g. El riego se realizó con agua de la llave 50 ml, los posteriores días se rego con 10 ml.</p>		<p>No se observaron cambios.</p>
<p>Se utilizaron 25 g de solidos secos de color gris y 25 g de tierra fértil. Se rego con la nueva mezcla de ácidos con 70 ml posteriormente se rego con 10 ml.</p>		<p>No se observaron cambios.</p>

<p>Para este medio se utilizaron los sólidos secos de color café- rojizo una cantidad de 25 g y 26 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla con 75 ml posteriormente con 10 ml</p>		<p>No se observaron cambios.</p>
<p>Se utilizaron 25 g de tierra fértil y 25 g de sólidos secos de color café rojizo. Se rego con 50 ml de la nueva mezcla, posteriormente se rego con 10 ml</p>		<p>No se observaron cambios.</p>
<p>Se realizó el medio con sólidos secos de color gris 50 g. Se rego con la nueva mezcla 50 ml, posteriormente solo fueron 10 ml</p>		<p>No se observaron cambios.</p>
<p>Se utilizaron 12 g de sólidos secos de color gris, con 12 de sólidos café-rojizo y 25 g de tierra fértil El riego se realizó con la nueva mezcla 50 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml</p>		<p>No se visualizaron cambios</p>

<p>Se realizó el medio con 25 g de sólidos secos de color gris, con 25 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla 50 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml</p>		<p>No sé observaron cambios</p>
<p>Se utilizaron 25 g de sólidos secos de color café-rojizo y 25 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla 75 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml.</p>		<p>No sé observaron cambios.</p>
<p>Se usaron comprimidos molidos con 50 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla 50 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml.</p>		<p>No sé observaron cambios</p>

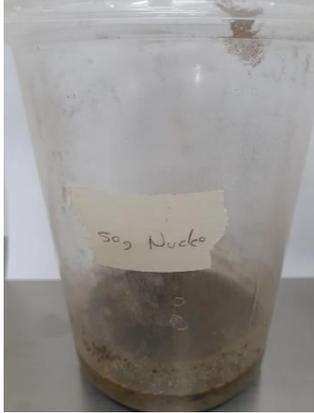
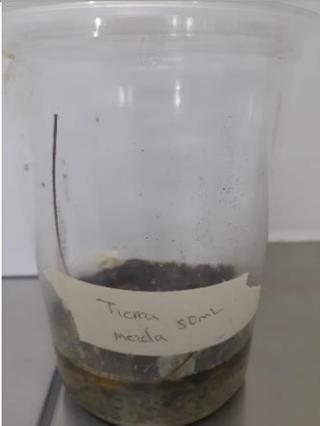
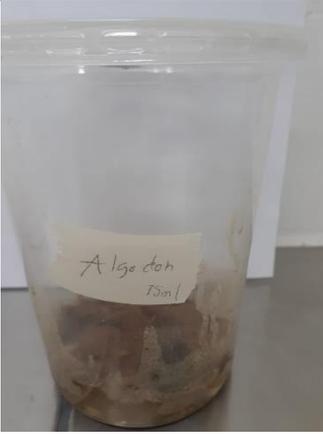
<p>Para este medio se molieron en un mortero, una pequeña cantidad de núcleos. El polvo que se obtuvo se agregó a 50 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla usando 50 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml.</p>		<p>No sé observaron cambios</p>
<p>Se usaron 50 g de tierra fértil. El riego se realizó con la nueva mezcla 50 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml.</p>		<p>No sé observaron cambios</p>
<p>Se realizó con solo algodón y el riego se hizo con la mezcla nueva usando 75 ml, posteriormente se utilizaron 10 ml.</p>		<p>No sé observaron cambios</p>

Tabla 9 . Procedimiento de cada uno de los microambientes realizados.

Clasificación y envasado de grageas de celulosa para su recuperación, grageas de azúcar y de tabletas azúcar para darles su disposición final.

Desde hace años se almacenan muestras de los diferentes grajeados realizados en las clases con fines prácticos, sin embargo, se almacena todo el lote realizado y para fines estéticos se realizó un muestreo donde solo se almacenan una pequeña cantidad de cada muestra, se realizaron nuevas etiquetas y con los frascos servirá para protección de las mismas grageas ya que algunas se han desgastado por la fricción entre ellas.

Se hizo una separación de las grageas de celulosa de las demás con el fin de recuperar la mayor cantidad de celulosa para realizar nuevos núcleos. Las grageas de azúcar y las tabletas de azúcar se procesaron aparte ya que estas si se pueden desechar sin un pretratamiento ya que son solubles en agua y no implica un riesgo biológico, ya que el azúcar es comestible. Solo con las grageas de azúcar se debe retirar la recubierta.

Este tratamiento con estas formas farmacéuticas es con la finalidad de evitar el acumulación tanto en el almacén como al desecharlas en la garrafa de sólidos por lo mismo que ya se mencionó el azúcar es un material inocuo y la celulosa solo sería utilizada con fines prácticos para las prácticas de grajeado (realizando los núcleos que serán recubiertos) y en las prácticas de control de calidad (realizando tabletas) donde tendrían un fin destructivo para medir dureza, desintegración, friabilidad, entre otras.

Desecho de grageas donadas por empresa farmacéutica

Para la disposición de grageas de origen farmacéutico, se hizo uso de sus posibles propiedades polares para su disolución, en tanto que esperamos que los sólidos se disocien en agua para dar partículas más pequeñas en solución por medio de interacciones electrostáticas denominadas puentes de hidrogeno, por tanto, se buscó su disolución completa, de tal manera que se colocaron 50 gramos de grageas en aproximadamente 3 litros de agua para observar el comportamiento de las grageas. Se dejó actuar durante toda la noche y al día siguiente se observó que los núcleos se habían disuelto en su totalidad, sin embargo, la recubierta había quedado prácticamente intacta.

Dado que se desconocía la composición del núcleo y el recubrimiento, es complejo desglosar exactamente la razón por la cual se disolvió o no en la solución acuosa, sin embargo, como se explicó anteriormente las características polares ayudaron a la disolución del núcleo y por otro lado, se supone que la recubierta puede ser de una composición similar a los utilizados en la orden de fabricación OFS-009-2022 disponible en el laboratorio de tecnología farmacéutica dentro de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato, en la que para la obtención de grageas se utiliza como recubierta “Eudragit RS 30 D USP” que es un copolímero de acrilato de etilo, metacrilato de metilo y un bajo contenido de éster de ácido metacrílico con grupos de amonio cuaternario, este último le dará permeabilidad al polímero. Por tanto, dada su naturaleza polimérica la disolución de este mismo fue más tardía y aparentó ser parcialmente soluble.

Se optó por depositar el recubrimiento junto con los residuos sólidos inocuos procesados para un posterior tratamiento y la solución se desechó en la tarja ya que no presentaba un peligro para el medio ambiente.

Para terminar de desechar las grageas de sacarosa se optó por disolver el resto de las grageas (250 gramos) en 4 litros de agua con ayuda de una propela para acelerar el proceso. Una vez disueltas las grageas, se repitió el proceso anterior, se separaron las recubiertas de la solución y esta misma se desechó en tarja.

Operación unitaria de molienda, tamizado y análisis granulométrico con diferentes mallas para la determinación del granulo adecuado para tabletear.

Como se comentó en el apartado de “Clasificación y envasado de grageas de celulosa para su recuperación, grageas de azúcar y de tabletas azúcar para darles su disposición final” se busca recuperar la celulosa de las grageas de otros semestres con el fin de usarlas para hacer nuevos núcleos que se puedan usar para las prácticas de calidad y de grajeado.

MOLIENDA

De los equipos que se cuentan en el laboratorio para esta operación unitaria tenemos lo que es el mortero, molino de bolas y el molino de discos; con los cuales estamos esperando obtener la reducción de partícula de las grageas para obtener el tamaño que facilite la formación de nuevos núcleos.



Figura 10 Molino de bolas cargado con las bolas de cerámica, piedras y las grajeas.

Se descarto el uso del mortero ya que la cantidad de grajeas es considerable, a parte sería un proceso muy lento y no se asegura que el tamaño de partícula sea uniforme. El molino de bolas no logro fracturar las grajeas debido a la poca velocidad que alcanza, tendría que dejarse por mucho tiempo y tampoco sería factible. Por tanto, la mejor opción es el molino de discos donde se observa una reducción de partícula notable, uniforme y rápido.



Figura 11 Molino de bolas en proceso de molienda.

Para el molino de discos se ajustó que tan juntos giran los discos para el tamaño de partícula deseado, después de pasar una muestra de grajeas y obtener un polvo se realizó el análisis granulométrico a la celulosa virgen y a la celulosa recuperada para determinar el tamaño de partícula.



Figura 12 Molino de discos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Se utilizaron 100 gramos de cada celulosa microcristalina (nueva y recuperada) para determinar el tamaño de partícula y compararlo con el tamaño de partícula que se obtiene de la molienda, esperando que tengan características organolépticas similares para que se puedan hacer las tabletas mediante una compresión simple. En la Tabla 1 se muestran los tamices usados en cada uno de los estudios, la primera prueba con la celulosa nueva sin embargo con los resultados se observa que un gran porcentaje de la celulosa paso por todo el sistema y por esto mismo de recupero los 87.0 g de celulosa que se quedaron en la base y se pasaron por un sistema más fino donde se pudo determinar un tamaño de partícula (Tabla 2) que es mayor a 38 micras y menor a 90 micras que es la parte donde se encuentra el mayor porcentaje. A continuación, se realizó el análisis con el ultimo sistema de tamizado usado (# tamiz 150, 170, 200, 400) donde en la parte superior tenemos gránulos de gran tamaño con restos de recubierta, al igual que el tamiz #150 se observa la presencia de recubierta ya que el polvo presenta una coloración amarilla y el resto de los tamices es celulosa con nula presencia de recubierta ya que el polvo se observa de color blanco.

# Tamiz	Celulosa microcristalina nueva	Celulosa microcristalina nueva (2do análisis)	Celulosa recuperada de las grageas molidas
Tapa	-	-	44.100 g
70	0.083 g	-	-
80	0.126 g	-	-
100	2.200 g	-	-
120	0.089 g	-	-
150	7.800 g	-	5.000 g
170	2.300 g	0.700 g	11.600 g
200	-	12.400 g	27.800 g
400	-	58.500 g	10.500 g
Fondo	87.000 g	7.900 g	0.580 g
Total	99.598 g	79.500 g	99.580 g

Tabla 10 Molino de discos.

# Tamiz	mm	Micras
150	0.106	106
170	0.090	90
200	0.075	75
400	0.038	38

Tabla 11 Luz de los tamices

El porcentaje de la celulosa que se queda en la tapa de los tamices puede ser reprocesada en el molino de discos para reducir su tamaño de partícula y ajustar los discos del molino para que el polvo sea más fino. Con estos resultados se puede determinar que malla se puede usar para tamizar la celulosa después de procesarse en el molino de discos.

TAMIZAJE

De forma bibliográfica se conoce que el tamaño de partícula de la celulosa microcristalina es en un rango de 90 – 140 micras, de los resultados obtenidos en las pruebas de granulometría es de 90 – 38 micras de la celulosa nueva y de la celulosa recuperada. Con estos datos tenemos que determinar que malla nos permite obtener gránulos cercanos al tamaño de partícula para la granulación, las mallas con las que se cuentan en el laboratorio son las que se muestran en la en la Tabla 3 pero solo la malla # 60 es la más cercana al tamaño de partícula que se nos proporciona bibliográficamente. Sin embargo, se trabajó con la malla # 40 para aprovechar el tamaño de gránulos y que este favorezca el flujo de la celulosa y la formación de las tabletas ya que aumentar el tamaño de las partículas se favorece la cohesión entre las partículas en la compresión, con lo cual se esperaría ver un aumento en la dureza al momento de la compresión para la formación de la tableta.

# Malla	mm	Micras
30	0.595	595
40	0.400	400
60	0.250	250

Tabla 12 Luz de malla.

Después de tamizar lo obtenido de todas las grageas, se tuvo mucho desprendimiento de polvo lo cual podría provocar una contaminación cruzada pero no se considera un factor relevante ya que la celulosa solo tiene fines prácticos y no de consumo, aparte de la pérdida que representa el desprendimiento de polvos la merma obtenida después de la molienda y de hacerlo pasar por la malla es nula. En el polvo también se tiene la presencia de la recubierta ya que el tamaño de partícula que pasa por la malla es mayor, por lo que se espera que no tenga un efecto negativo al cambiar la composición del polvo. En la siguiente sección se habla sobre el proceso que se llevó en el estudio de la realización de los núcleos con la celulosa recuperada.

Obtención de dureza adecuada de los núcleos

Posterior a la obtención del producto tamizado con la malla #40 se procedieron a hacer pruebas de compresión sencillas tomando en cuenta que parte de los componentes de las anteriores tabletas como estearato de magnesio y talco hayan quedado remanentes en la materia recuperada, por lo que, al no conocer exactamente la cantidad, se comenzó elaborando un primer lote de comprimidos utilizando únicamente la celulosa microcristalina recuperada, sin embargo, al no poseer una dureza adecuada para su uso en docencia (entre 4 y 6 kg), se optó por realizar mezclas de ambas celulosas haciendo uso, o no, de lubricador y deslizante. A continuación, se acentúan las mezclas realizadas hasta obtener la dureza adecuada.

Para esto, se hizo uso de una tableteadora automática y un recipiente metálico para recoger el comprimido.



Figura 13 Tableteadora rotativa de un punzón modelo STOKES

Prueba # 1		
100g de celulosa microcristalina recuperada	25g de celulosa microcristalina virgen	2.5% de talco = <u>0.625g</u> 1.0 % de Estearato de magnesio = <u>0.25g</u>
Nota: El porcentaje de talco y estearato de magnesio se calcula para los 25g de celulosa microcristalina virgen.		
Dureza en kg (10 comprimidos)	Peso en gramos (10 comprimidos)	Estadística
3.5	0.127	Variación de dureza (kgf) 3.45 ± 0.28
3.5	0.122	
3.5	0.126	
3.5	0.125	
3.0	0.125	
3.5	0.127	Variación de peso (g) 0.123 ± 6.563x10 ⁻³
3.0	0.124	
3.5	0.126	
4.0	0.105	
3.5	0.121	
Observaciones: No se obtuvo la dureza adecuada del comprimido, por lo que se optó por disminuir el porcentaje de talco y estearato de magnesio para evaluar sí el contenido de estos fue adicionado en exceso y por esto mismo afectaba la cohesión entre las partículas.		
Prueba #2		
100g de celulosa microcristalina recuperada	25g de celulosa microcristalina virgen	1.5% de talco = <u>0.375g</u> 0.3% estearato de magnesio = <u>0.075g</u>

Nota: El porcentaje de talco y estearato de magnesio se calcula para los 25g de celulosa microcristalina virgen.

Dureza en kg (10 comprimidos)	Peso en gramos (10 comprimidos)	Estadística
3.5	0.124	Variación de dureza (kgf) 3.45 ± 0.21
3.5	0.122	
3.5	0.123	
3.5	0.117	
3.0	0.123	
3.5	0.126	Variación de peso (g) 0.124 ± 3.247x10 ⁻³
3.5	0.125	
3.5	0.129	
3.5	0.125	
3.0	0.127	

Observaciones: No se obtuvo un cambio significativo al disminuir el porcentaje de talco y estearato de magnesio, por lo que se optó por evaluar en el mismo sentido un posible exceso de lubricante y deslizante que afectara la cohesión de las partículas, por lo cual se omitió la adición de estos y se hizo uso únicamente de celulosa microcristalina recuperada y celulosa microcristalina virgen.

Prueba #3

100g de celulosa microcristalina recuperada	25g de celulosa microcristalina virgen	No se aplicó lubricante ni deslizante
Dureza en kg (10 comprimidos)	Peso en gramos (10 comprimidos)	Estadística
4.5	0.126	Variación de dureza (kgf) 4.70 ± 0.42
4.0	0.129	
4.5	0.129	
5.0	0.129	
4.0	0.137	
5.0	0.138	Variación de peso (g) 0.133 ± 4.408x10 ⁻³
5.0	0.135	
5.0	0.132	
5.0	0.137	
5.0	0.137	

Observaciones: En esta prueba se obtuvo una dureza adecuada para uso académico, sin embargo, presentaba problemas al entrar por la media placa hacia la matriz y, por tanto, 3 de cada 10 comprimidos tenían deficiencias en su composición, tanto en dureza como en tamaño y forma, por lo que era ineficiente para lograr una producción continua.

En este sentido, ahora se optó por duplicar los porcentajes de estearato de magnesio y talco para la siguiente prueba y evaluar si estos resultados se podían deber más a una deficiencia de deslizante y lubricante que a un exceso.

Prueba #4

100g de celulosa microcristalina recuperada	25g de celulosa microcristalina virgen	5% talco = <u>1.25g</u> 2% estearato de magnesio = <u>0.5g</u>
---	--	---

Nota: El porcentaje de talco y estearato de magnesio se calcula para los 25g de celulosa microcristalina virgen.

Dureza en kg (10 comprimidos)	Peso en gramos (10 comprimidos)	Estadística
3.5	-----	Variación de dureza (kgf) 3.30 ± 0.26
3.5	-----	
3.0	-----	
3.5	-----	
3.5	-----	
3.5	-----	Variación de peso (g) -----
3.0	-----	
3.5	-----	
3.0	-----	
3.0	-----	

Observaciones: Se observó una gran deficiencia en la compresión de los núcleos, ya que 2 de cada 10 comprimidos tenían la dureza necesaria para poder medirse en el durómetro y aun así, se obtenía una dureza ineficiente para fines académicos, por lo que inmediatamente se descartó y no se realizaron pruebas de variación de peso.

La siguiente propuesta fue aumentar ahora al doble el volumen de celulosa microcristalina virgen y evaluar si esta variación en su granulometría entre ambas celulosas microcristalinas podría afectar la formación del comprimido y su dureza.

Prueba #5		
100g de celulosa microcristalina recuperada	50g de celulosa microcristalina virgen	5% talco = <u>2.5g</u> 2% estearato de magnesio = <u>1g</u>
Nota: El porcentaje de talco y estearato de magnesio se calcula para los 50g de celulosa microcristalina virgen.		
Dureza en kg (10 comprimidos)	Peso en gramos (10 comprimidos)	Estadística
6.0	0.12	Variación de dureza (kgf) 4.95 ± 0.55
5.5	0.14	
5.0	0.12	
5.0	0.14	
5.0	0.12	Variación de peso (g) 0.125 ± 1.178x10 ⁻²
5.0	0.13	
4.5	0.11	
4.0	0.11	
4.5	0.12	
5.0	0.14	
Observaciones: Se obtuvo una dureza adecuada para el uso académico, y pese a que existe una diferencia de 2 unidades entre el dato más alto y el dato más bajo, este no se va por debajo de las 4 unidades de dureza que estamos buscando. Por lo tanto, al elevar la cantidad de celulosa microcristalina virgen fomentamos a una mejor cohesión de las partículas que conforman los núcleos y así, logramos reutilizar parte del material que se usaron en semestres anteriores lo que supone un ahorro económico y en material nuevo.		

Tabla 13 Diferentes pruebas realizadas hasta encontrar la dureza adecuada.

Proceso de tableado en masa

Una vez conocidas las cantidades necesarias de cada material para obtener una dureza adecuada, es más fácil reproducir los resultados a grandes cantidades, por lo que se empezaron a llenar bolsas de plástico del siguiente modo:

Celulosa microcristalina recuperada	Celulosa microcristalina Virgen	Talco	Estearato de magnesio
Proporción 2:1 respectivamente		5%	2%
Nota: Para el cálculo de talco y estearato se hará respecto al 5% y 2% del peso de celulosa microcristalina virgen añadida.			

Tabla 14 Material necesario para reproducir la operación de tableado en masa.

Una vez llenadas, se etiquetaron como "celulosa microcristalina para procesar" y de este modo se puede disponer cuando se requiera de la celulosa tratada para elaborar nuevos núcleos con las características adecuadas.

Posteriormente, se llena la tolva de alimentación de la tableadora rotativa STOKES, se acciona para empezar a obtener los núcleos, se queda en supervisión de su funcionamiento para actuar en caso de que el dispositivo se atasque y de no haber problemas, se recolectarán los núcleos en un recipiente metálico y posteriormente se etiquetará de acuerdo con el número de lote que le corresponda.

Conclusión de las actividades

Se logró la reducción significativa de residuos generados en el laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato, así como se aplicaron diferentes alternativas de uso para los diferentes residuos tratados, sin embargo, el más destacado fue la recuperación de celulosa microcristalina, procedimiento el cual nos dio pauta para seguir implementando este tipo de procedimientos mediante la generación de Procedimientos Normalizados de Operación (PNOs), con la finalidad de que sea replicable cuando sea requerido. Así mismo, la disposición de residuos para un posible uso ecológico con beneficio económico es un área de oportunidad que se puede seguir explorando para el beneficio de la división y la docencia.