



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE PROYECTO TÉCNICO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA EN  
SISTEMAS COMPUTACIONALES.**

**TEMA:** Desarrollo de software prototipo ProsPy para la automatización de los procesos de prospección en biorreactores en batch, fedbatch y continuo para uso de profesionales en bioprocesos.

**Autores:**

Ana Gricelda Ruiz Morocho

Bryan Steveen Ramos López

**Tutor:**

Mgti. Rafael Selemani Lazo Sulca

**Milagro, febrero 2021**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, ANA GRICELDA RUIZ MOROCHO, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Educación, Cultura, Tecnología en Innovación para la Sociedad, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 11 de febrero de 2021

---

Ana Gricelda Ruiz Morocho.

Autor 1

CI: 0106176217.

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, BRYAN STEVEEN RAMOS LÓPEZ, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Educación, Cultura, Tecnología en Innovación para la Sociedad, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 11 de febrero de 2021

---

Bryan Steven Ramos López.

Autor 2

CI: 1750041715

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, RAFAEL SELEYMAN LAZO SULCA. En mi calidad de tutor del trabajo de titulación., elaborado por RUIZ MOROCHO ANA GRICELDA y RAMOS LÓPEZ BRYAN STEEVEN., cuyo título es: DESARROLLO DE SOFTWARE PROTOTIPO PROSPY PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PROSPECCIÓN EN BIORREACTORES EN BATCH, FEDBATCH Y CONTINUO PARA USO DE PROFESIONALES EN BIOPROCESOS, que aporta a la Línea de Investigación Educación, cultura, tecnología en innovación para la sociedad - sub - línea tecnología e innovación educativa & sociedad de la información: gestión, medios y tecnología - sub - línea ingeniería y desarrollo de software - sistemas 2s2020- proyecto integrador, previo a la obtención del Título de grado INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de titulación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 11 de febrero del 2021.

---

Lazo Sulca Rafael Seleyman

Tutor  
C.I: 0918859687

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Elija un elemento, previo a la obtención del título (o grado académico) de Elija un elemento. presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Con el tema de trabajo de Elija un elemento: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo.

Otorga al presente Trabajo de Elija un elemento, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[	]
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos				Firma
Presidente	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Presidente.				
Secretario /a	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Secretario				
Integrante	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Integrante.				

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Elija un elemento, previo a la obtención del título (o grado académico) de Elija un elemento. **presentado por** Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2).

Con el tema de trabajo de Elija un elemento: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo.

Otorga al presente Trabajo de Elija un elemento, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración	[	]
Curricular		
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos				Firma
Presidente	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Presidente.				
Secretario /a	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Secretario				
Integrante	Apellidos	y	nombres	de	_____
	Integrante.				



## **DEDICATORIA**

- Este trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios, por permitir formarme como profesional en esta institución, gracias a la sabiduría que me brindo puedo hoy culminar una etapa más de mi vida.
- A mi madre María por todo el apoyo brindado, por las noches de desvelo que hacía, en cada logro ella siempre estuvo ahí, mediante sus oraciones se hizo posible esta meta, sin el apoyo de ella no estaría donde estoy.
- A mis hermanos Alfredo, Juan, Narcisa y Zoila por sus consejos y apoyo incondicional hacen que hoy diga fue difícil, pero con Ustedes presentes lo logre.

**Ana Gricelda Ruiz Morocho**

- Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y a toda mi familia por estar siempre presentes.
- A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

**Bryan Steeven Ramos López**

## **AGRADECIMIENTO**

- Quiero agradecer a Dios, por la vida, la sabiduría y las fuerzas para poder alcanzar este logro. A mi Madre que con cada una de sus palabras aliento que me decía, cada vez que ya no podía más que, a pesar de la distancia nunca me dejó de apoyar.
- A mis hermanos que fueron el segundo pilar con el que contaba para poder llegar a donde estoy. A mi Prima Viviana por brindarme techo y comida durante todo el tiempo en el que me preparaba para ser una profesional.
- Al Ingeniero Rafael Lazo, nuestro tutor por siempre confiar en mi compañero y en mi persona, ayudarnos en que hoy podamos presentar nuestro trabajo final.
- A mi compañero Bryan Ramos, por la confianza que me tuvo para escogerme en ser su compañera de grupo y hacer este proyecto.
- Y finalmente a mis amigos, que cada año demostraban ser personas de confianza que me brindaron apoyo y palabras de aliento por la distancia que tenía de mi familia, Angie, Lisette gracias por hacer de mis días los mejores.

**Ana Gricelda Ruiz Morocho**

- Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.
- A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.
- Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

**Bryan Steeven Ramos López**

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	2
DERECHOS DE AUTOR	3
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	4
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	5
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	6
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
ÍNDICE GENERAL	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
Resumen	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1	3
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Alcance	5
1.4. Estado del arte	6
CAPÍTULO 2	14
2. METODOLOGÍA	14
CAPÍTULO 3	17
3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	17
CONCLUSIONES	23
RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	27
	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Esquema de un biorreactor.....	8
Ilustración 2: Proceso de Reactor Discontinuo. ....	10
Ilustración 3: Proceso de Reactor continuo. ....	12
Ilustración 4: Fases de la metodología SCRUM.....	15
Ilustración 5: Diseño de la Base de Datos.....	20
Ilustración 6: Interacción entre usuarios y el sistema. ....	21
Ilustración 7: Pantalla de Inicio. ....	27
Ilustración 8: Pantalla de tablas dashboard.....	27
Ilustración 9: Pantalla dashboard. ....	28
Ilustración 10: Pantalla de ejercicio Batch. ....	28
Ilustración 11: Pantalla de predicción de tiempo.....	29
Ilustración 12: Pantalla de ejercicios realizados.....	29
Ilustración 13: Pantalla de comparación de ejercicios.....	30
Ilustración 14: Pantalla de Ajustes. ....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	11
Tabla 2.....	16
Tabla 3.....	17
Tabla 4.....	18

**Título de Trabajo de integración curricular: Desarrollo de software prototipo ProsPy para la automatización de los procesos de prospección en biorreactores en batch, fedbatch y continuo para uso de profesionales en bioprocesos.**

**Resumen**

En la actualidad las biofabricas son dedicadas a producir grandes cantidades de biomasa, metabolitos entre otros. En dicha producción se requiere realizar diferentes cálculos matemáticos, es ahí donde se presenta la falta de herramientas cuyas capacidades sean proyectar los resultados de manera digital. Por ende, con el objetivo de este proyecto se logra elaborar un software tipo web que satisface las necesidades de la comunidad dedicada a procesos biotecnológicos.

Para que los resultados fueran positivos se hizo uso de SCRUM, una metodología ágil dedicada al trabajo en equipo, una de las ventajas de usarla fue: realizar entregas parciales donde se pudo ir puliendo el trabajo y de esa manera al finalizar se obtuvo un software que va de acuerdo a los requerimientos emitidos por el cliente. Los resultados de ProsPy los podrán evidenciar en la parte de anexos, siendo esta una página web que logró cumplir sus objetivos.

**PALABRAS CLAVE:** (Biorreactor), (Bioprocesos), (Metabolitos), (Prospección), (Cultivo),

**Curricular integration work title: Development of ProsPy prototype software for the automation of the prospection process in bioreactors in batch, fedbatch and continuous for use by professionals in bioprocesses.**

**ABSTRACT**

Currently, biofactories are dedicated to producing large amounts of biomass, metabolites among others. In this production it is required to carry out different mathematical calculations, that is where the lack of tools and capacities is presented, whether to project the results digitally. Therefore, with the objective of this project, it was possible to develop web-type software that meets the needs of the community dedicated to biotechnological processes.

In order for the results to be positive, SCRUM was used, an agile methodology dedicated to teamwork, one of the advantages of using it was: making partial deliveries where the work could be polished and, in that way, at the end, a software was obtained that it goes according to the requirements issued by the client. The results of ProsPy will be able to show in the part of annexes, this being a web page that achieved its objectives.

**KEY WORDS:** (Bioreactor), (Bioprocesses), (Metabolites), (Prospecting), (cultivation).

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Las biofábricas son equipos dedicados para la producción en gran escala industrial de biomásas, metabolitos secundarios entre otros. Los tipos de biofábricas también llamados biorreactores son categorizados según su funcionalidad de procesamiento, entre ellos tenemos: BATCH, FEDBATCH Y CONTINUO. La producción en biorreactores requiere la aplicación de cálculos matemáticos para proyectar los resultados y lograr un control de los factores que podrían influir en el crecimiento o desarrollo del bioelemento.

La comparación de resultados obtenidos de la producción en biorreactores permite evaluar y simular escenarios aplicando fórmulas matemáticas, estadística inferencial y tecnología de la información, con la línea base definida, se pueden iniciar las pruebas de configuración y cuantificar los materiales e insumos necesarios para lograr los resultados proyectados.

La falta de una herramienta informática que permita registrar las simulaciones de los cálculos requeridos para prospección aplicada en la producción de biorreactores, afecta a la comunidad dedicada en la aplicación de estos procesos biotecnológicos, en aspectos como falta de documentación de resultados de investigaciones relacionadas a la actividad de bioproducción, carencia de evaluaciones comparativas de escenarios simulados de propagación, errores en los cálculos manuales realizados.

La filosofía definida en el lenguaje de programación Python y su aplicación en el desarrollo a medida de software de ambiente web sumado a su funcionalidad de librerías para el tratamiento y programación de escenarios de simulación y graficación de ciencias de datos, hace que el Python sea el lenguaje idóneo para el desarrollo del aplicativo ProsPY, para que cuente con las funcionalidades de registrar grupos de interés en cálculos de prospección en biorreactores que les permite compartir sus trabajos de prospección y evaluar escenarios comparativos.

## 1.1. Planteamiento del problema

La biotecnología es una rama multidisciplinaria. Esta se fundamenta en otras ciencias como: bioquímica, biología, ingeniería, microbiología entre otras ciencias. La biotecnología como tal es una aplicación tecnológica. Utiliza organismos vivos u otros tipos de microorganismos. Su objetivo es crear o modificar procesos para obtener productos de usos específicos.

El problema nace ante la necesidad por la falta de herramientas informáticas que permitan automatizar los cálculos de posposición para la generación de metabolitos obtenidos por organismos biológicos en biorreactores de tipo: Batch, fedbatch y continuo. Dado que las fórmulas de cada uno de los biorreactores son complejas, al momento de realizar cálculos manuales, existe una gran posibilidad de cometer equivocaciones y obtener resultados erróneos.

La falta de una herramienta web que permita registrar y tener una comunidad de interés en realizar prospección en la producción en biorreactores, donde estos puedan compartir y ver publicaciones de otros usuarios, todos estos con el fin de realizar comparativas de cálculos de prospección y mediante sus resultados, analizar y verificar si existe o no, algún error dentro de los cálculos realizados por los profesionales. Además, la carencia de una aplicación web, es una desventaja para los profesionales, puesto que, al no contar con un repositorio, donde realicen sus publicaciones y análisis comparativos con estadística inferencia, no pueden validar sus respectivos estudios relacionados.

Frente a estos problemas se presenta la oportunidad de elaborar una herramienta tipo web para poder satisfacer la demanda de la comunidad de interés en realizar prospección en la producción en biorreactores, basada en un lenguaje de programación que dentro de sus características fundamentales aplique librerías para el análisis y graficación de ciencias de datos.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Desarrollar un software para automatizar los cálculos de prospección de metabolitos obtenidos por organismos biológicos en biorreactores tipo: batch, fedbatch y continuo.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar una aplicación web que automatice los cálculos de prospección necesarios para gestionar biorreactores en batch, fedbatch y continuo.
- Gestionar la administración de una comunidad de interés en bio fabricación con controles de acceso de usuario y perfiles.
- Diseñar una base de datos de publicación de prospecciones realizadas por la comunidad en la plataforma.
- Diseñar reportes de análisis inferencial aplicando tablas, gráficos y plot.

## **1.3. Alcance**

La elaboración del software ProsPY, se realiza con el objetivo de que los estudiantes de carreras como: bioquímica, ingeniería, microbiología y la comunidad de profesionales biotecnólogos cuenten con una herramienta donde se pueda automatizar diversos cálculos de prospección, y con el resultado de esos datos llevar un control de la existencia, supervivencia y crecimiento por ejemplo de microorganismos patógenos en distintas condiciones ambientales. El software es un apoyo para la automatización del procesamiento de los cálculos, aplicando una interfaz fácil e intuitiva, generando resultados exactos.

El software será de acceso libre, escrito en el lenguaje de programación Python, que ofrece mayores funcionalidades para resolver los cálculos de prospección y estructurar un análisis inferencial a través de tablas y gráficos, relacionados a la ciencia de datos, aplicando el framework Django para reducir los tiempos de programación y contar con una interfaz fácil e intuitiva. El software contará con un control de acceso por usuario generando de esta manera una comunidad, y a su vez, realizar cálculos y análisis inferencial de prospecciones de organismos biológicos, los datos que ingresa cada usuario irán a la base de datos que será visible tanto para usuarios como para visitante, flujo de comentarios y observaciones de la comunidad de las prospecciones publicadas. Se finaliza el proyecto, dando como resultado un software que se lo denominará ProsPy.

## **1.4. Estado del arte**

### **1.4.1. Biofábricas.**

Según (Arango G. A., 2009) menciona que las biofábricas o empresas tecnológicas se han ido consolidando dentro de la industria, logrando una estabilidad y de manera casi imperceptible haciendo así, que cada vez existan más programas biotecnológicos en la educación superior: de la misma manera para laboratorios de biotecnología vegetal y animal. Las biofábricas de una u otra manera favorece al posicionamiento de las bioempresas en el mercado, permitiendo que se aproveche los recursos naturales de manera adecuada, en el marco de la función social y ecología de la propiedad.

Dentro de su trabajo de titulación de tesis titulado “Sistema de Medios Básicos de la Biofábrica de las Plantas de Villa Clara” (Alvarez, 2005), nos menciona que las biofábricas son instalaciones elaboradas con el fin de producir vitroplantas mediante tecnologías de micro expansión en vitro. Biofábricas en otros términos podemos decir que son laboratorios comerciales que se encargan de cultivos de tejidos o laboratorios de propagación.

Las biofábricas se establecen en una innovación tecnológica con relación a los sistemas tradicionales dedicados a la producción de semillas. Cada una de las innovaciones que se dan con el tiempo hace que se conviertan en un modelo competitivo a nivel nacional como internacional. En un análisis comparativo de variables entre los sistemas tradicionales que nos sirven para la propagación y la producción en biofábricas, da como resultado la ventaja que poseen estas últimas y a su vez le da mayor valor estratégico (Agramonte, 2006).

En conclusión, para el mundo no es novedad que la industria informática junto con las energías alternativas: la producción biotecnológica se proyecte en tener un mayor crecimiento a futuro, desde sus inicios con el comercio callejero, seguido del comercio electrónico, del petróleo a biocombustibles, finalizando con fábricas a las biofábricas (Arango G. A., 2009).

### **1.4.2. Generación del metabolito.**

Es una sustancia que está compuesta por una o más materias activas, así mismo contienen elementos inertes. Esta sustancia es producida debido a los cambios biológicos que se da en un producto químico. Son compuestos generalmente orgánicos que tienen participación en las reacciones químicas que tienen lugar a nivel celular. Estos forman reacciones químicas que son producidas vía el metabolismo de la planta, plagas o suelo.

### **1.4.2.1. Tipos de metabolitos.**

#### **Metabolitos Primarios.**

Un metabolito primario, es aquel que se encuentra ampliamente difundido en la naturaleza, lo podemos encontrar en toda planta y ésta desempeña una actividad esencial ya que es el metabolismo básico de una planta (García & Solís, 2007). Es importante saber que el metabolismo primario compromete a que los procesos se ejecuten a cabo día a día para poder mantener con supervivencia a la planta. Es otras palabras es una sustancia que tiene impacto en los métodos importantes de un organismo como son: la supervivencia, la reproducción y el crecimiento.

#### **Metabolitos secundarios.**

Esta sustancia forma parte de los procesos biológicos que no son indispensables para el organismo. Según el autor (Zeiger, 2006) nos dice que los metabolitos secundarios también difieren de los metabolitos primarios, esto tienen restringida la distribución dentro del reino vegetal. Cabe señalar que, un metabolito secundario frecuentemente se encuentra en una sola especie vegetal o en grupos de especies relacionadas. Todo lo contrario, pasa en el metabolito primario, puesto que este se encuentra en todo el reino vegetal.

### **1.4.3. Bioprocesos.**

La palabra bioprocesos la podemos encontrar o relacionar dentro del concepto biotecnología. Según el diccionario de la Real Academia de Española (RAE), biotecnología *“es el uso de organismos vivos o parte de ellos para obtener el hombre”* mientras que un bioproceso es involucrar métodos matemáticos o químicos a procesos biotecnológicos.

Para los autores Ortega et al., (2017) nos señala que, bioprocesos es una parte fundamental en las industrias de: alimentos, químicas y farmacéuticas. En los bioprocesos se manejan células como: microbianas, animales y vegetales junto con ciertos componentes de células tales como enzimas para elaborar nuevos productos o separar productos peligrosos, entre otras más. Es decir, bioproceso es un proceso capaz de generar un ambiente de incremento o uso mejorado del material celular.

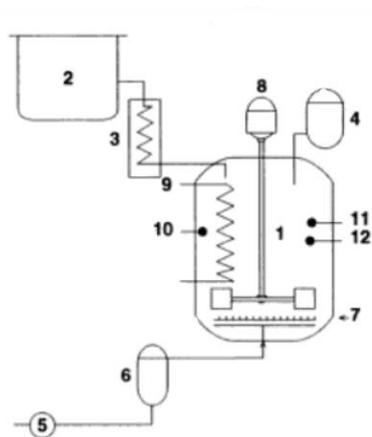
En conclusión, un bioproceso puede hacer uso de microorganismos de la misma manera enzimas (proteínas que operan como catalizador), así terminar realizando un proceso

de transformación biológica, que rinde un producto con cierto valor determinado (Duque, 2010).

#### 1.4.4. Biorreactores.

Los biorreactores son tanques en la cual, las células, extractos celulares o enzimas realizan una reacción biológica. Por lo general se hace referencia a los recipientes donde se produce la fermentación de células o microorganismos (Vela, 2006). De igual manera podemos decir que un biorreactor es un sistema o dispositivo que presta ayuda para hacer crecer células o tejidos. Este busca tener ciertas condiciones ambientales de manera nivelada como son: pH, temperatura y concentración de oxígeno de dicha sustancia u organismo que se cultiva.

Se puede decir que un biorreactor es un pequeño ecosistema capaz de hacer que el organismo vivo crezca de manera adecuada (López, 2019). Uno de los biorreactores que se considera que presenta menor dificultad técnica en el escalado es el tanque agitador. Ya que el tanque agitador reúne requerimientos precisos que nos lleva al éxito de una fermentación microbiana (Díaz & Hernández, 2015). Por lo general los biorreactores son de forma cilíndrica, de diferentes tamaños, van desde milímetros y pueden llegar a medir en metros cúbicos.



*Ilustración 1: Esquema de un biorreactor.*

Nota: el gráfico anterior nos indica cual es el esquema de un biorreactor. Tomado del libro *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria* (pág. 1102), por Eduardo Primo Yúfera, 2007.

1. Tanque de fermentación.
2. Depósito para el caldo de cultivo.
3. Esterilizador del caldo

4. Depósito para la introducción del inóculo
5. Inyector de aire
6. Esterilizador de aire
7. Nebulizador del aire
8. Agitador
9. Calefacción – refrigeración para regular la temperatura.
10. Sensor para regular de manera automática la temperatura.
- 11 y 12. Sensor para regular de manera automática el pH y O<sub>2</sub>.

Una de las ventajas de emplear biorreactores es disminuir costos de obtención de microorganismos. El biorreactor debe suministrar los controles adecuados, donde la operación o bioprocesos se realice con economía y alta productividad en corto tiempo, tomando en cuenta los servicios que son indispensables para el cultivo tales como: “mezclado, esterilizado, suministro de oxígeno, entradas para adición de nutrientes, control de temperaturas” así lo mencionan (Castillo & Rea, 2010).

#### **1.4.4.1. Clasificación de los biorreactores.**

##### **1.4.4.1.1. Clasificación operativa.**

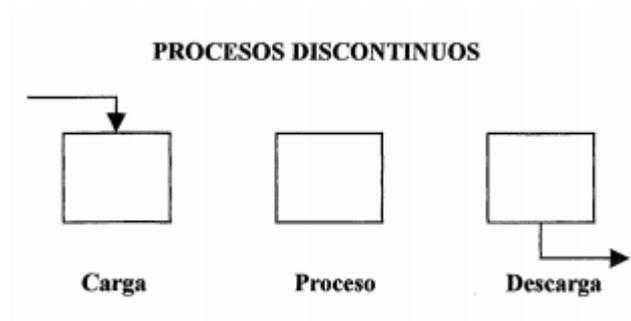
Dentro de la clasificación encontramos biorreactores y fermentadores que se cuentan de acuerdo al modo en la que se opera: Batch (Discontinuo), Fed – batch (Semicontinuo) y continuo. Esta clasificación es aplicada en cualquier reactor siempre y cuando sea químico o biológico (Castillo & Rea, 2010). El modo de operación de los reactores biológico, define y delimita la clasificación en proceso y productividad del cultivo. Al usar un biorreactor dentro de una categoría, automáticamente es capaz de determinar el modo de productividad y el sistema a su vez nos define medidas, características operativas y diseño que intervienen en el proceso de productividad.

#### **Tipos de biorreactores de acuerdo al modo de operación.**

En el siguiente apartado hablaremos de tipos de biorreactores, estos se clasifican según el método de alimentación: discontinuo (BATCH), semicontinuo (Fed-Batch) y continuo.

#### **Reactor Batch:**

Reactor discontinuo o más conocido como Batch, es caracterizado por carecer de flujos de entradas de sustancias (reactivos), ni salida de producto mientras se ejecuta el proceso. Todos los compuestos son llenados al iniciar en los tanques de agitación y la reacción continúa hasta que llega a completarse (Olave & Álvarez, 2014). Este reactor opera de modo Batch directamente, haciendo que desde la perspectiva industrial genera una desventaja ante los que utilizan el método de manera continua (Szegeedi, 2019)



*Ilustración 2: Proceso de Reactor Discontinuo.*

Para este reactor es importante tener en cuenta las siguientes características principales:

- La reacción química se realiza al interior de un sistema cerrado.
- Todos los reactivos son llenados en reactor al iniciar cada operación.
- Al final de la operación, la composición reactiva se descarga a un mismo tiempo.
- Manejan un régimen inestable.
- Se considera que los declives de concentración, temperatura y presión son despreciables.

Como todo producto de fábrica, en este caso el reactor por lo lotes (Batch) poseen ciertas ventajas y desventajas que permite plantear un diseño en un plano ideal: en la tabla 1, les presentamos algunas de ellas.

Tabla 1

Ventajas y desventajas de reactor Batch (Por lotes).

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Su operación es sencilla.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El precio de operación excede al de reactores continuos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es más versátil que un reactor continuo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere un ciclo de operación complicado</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• El valor inicial es pequeño que el de los reactores continuos.</li></ul>	

Elaborado por el autor.

### Aplicación.

Principales aplicaciones más relevantes del reactor Batch según (Bonilla et al., 2018):

- En su mayoría lo utilizan para sustancias líquidas
- Cuando deseamos tener una velocidad de producto corta
- Realizar estudios agitados de laboratorio
- Cuando se desea obtener un producto muy puro.

### Fórmulas de aplicación:

#### Volumen Inicial

$$\begin{aligned} V_f &= V - V_o \\ V &= F * t \end{aligned} \quad (1)$$

#### Densidad de cultivo

$$D = F/V_f \quad (2)$$

#### Concentración del sustrato

$$s = \frac{D * k_s}{U_{max} - D} \quad (3)$$

### Concentración de células

$$X = \frac{D * S_o}{\frac{D}{Y(x/s)} + ms} \quad (4)$$

### Masa de células

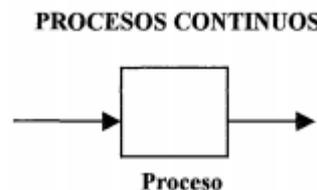
$$N = x * V \quad (5)$$

### Reactor (Fed-Batch):

Este es una variación del reactor discontinuo, según Fernández et al., (2013) menciona que, consiste en dividir periódicamente cantidades a su vez retirar para ser sustituidas por una nueva cantidad. (Monsalve, 2019) dentro del sistema donde se agregó el sustrato, buscando el objetivo de operación que es mejorar de una u otra manera la mejora en la productividad de la fermentación para que de esa manera se mantenga su concentración baja (Ignacio & Burnes, 2003).

### Reactor Continuo:

Un reactor continuo o reactor agitador, es ideal en el uso de materia sólida-gaseosa. Dentro de este tanque la masa es agitada de una manera semi perfecta, asumiendo que sus participaciones son uniformes al interior del reactor. El proceso de este reactor en el flujo de materia es entrar y salir durante el periodo de introducción operación, en el gráfico podemos entender de mejor manera (Vilalta, 1999).



*Ilustración 3: Proceso de Reactor continuo.*

### Características de reactor continuo.

- Su operación de procesos es de una manera simultánea y continua.

- Es diseñado precisamente para producir ciertos productos específicos.
- El producto de este, genera un flujo continuo.
- Su entorno comúnmente tiene un estado constante.
- El operador interviene para corregir anomalías existentes (Manzano & Aguagallo, 2011).

### **Fórmulas.**

#### **Tiempo para alcanzar la fase estacionaria**

$$Tb = \frac{1}{U_{max}} * \ln \left( 1 + \frac{Y \left( \frac{x}{S} \right)}{X_o} * (s_o - s_f) \right) \quad (6)$$

#### **Densidad celular final**

$$X = X_o * e^{U_{max} * Tb} \quad (7)$$

#### **1.4.4.1.2. Clasificación biológica.**

La clasificación biológica es donde estos sistemas deben de interactuar de manera directa con el ambiente externo para que pueda crecer y desarrollarse. Aquí los reactores se catalogan biológicamente según el metabolismo procesal del sistema de cultivo: anaeróbico, facultativo, aeróbico. Los bioprocesos y fermentaciones son establecidos en el metabolismo celular del cultivo. El metabolismo es el que define parámetros y características operativas – biológicas de diseño y de operación del biorreactor. Estas son las que están involucradas en el crecimiento, productividad y rendimiento del cultivo.

#### **1.4.4.1.3. Clasificación Biológica-operativa.**

Esta clasificación es la unión de: la biológica y la operativa, sus procesos son independientes que al momento de juntarse afecta el diseño final del biorreactor. Al unirse estas clasificaciones, se unen también la función operativa y biológica, teniendo en cuenta el propósito que las une, el modo de cultivo, así mismo el bioproceso. Teniendo como intención el destino de utilización, cultivo y para qué tipo de cultivo es designado el

biorreactor, el modo de cultivo tiene similitud con sistema de cultivo y los bioprocesos en sí, es todo proceso que se realiza (Castillo & Rea, 2010).

## **CAPÍTULO 2**

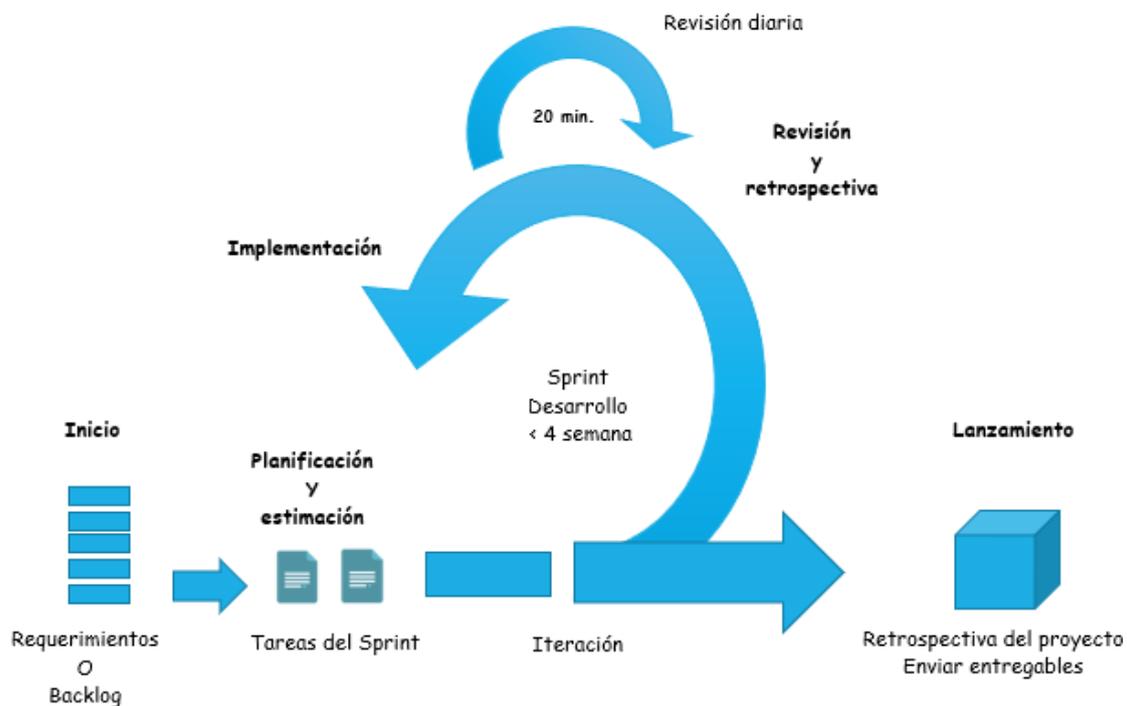
### **2. METODOLOGÍA**

Luego de realizar un estudio y revisión bibliográfica, se llegó a la conclusión en que la metodología ágil adecuada que nos ayuda a resolver la problemática antes planteada es: la metodología Scrum ya que abarca a las necesidades.

#### **2.1. Metodología SCRUM**

Para este proyecto hemos seleccionado la metodología SCRUM, Esta metodología creada por dos profesores de gestión como son Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka así nos relata (Rubén Ordoñez, 2010). Esta metodología propone formar equipos de trabajo multidisciplinarios con el fin de obtener un mejor resultado posible. SCRUM se basa en sus elementos principales que son la agilidad, flexibilidad y la incertidumbre. Además, posee 5 etapas las cuales son: Inicio, planificación y estimación, revisión y retrospectiva y lanzamiento.

Lo primero que hicimos es poner en práctica la aplicación de esta metodología fue la recolección de toda la información necesaria para elaborar nuestro proyecto. En el siguiente la figura podemos observar cual es el funcionamiento la metodología SCRUM y sus fases.



*Ilustración 4: Fases de la metodología SCRUM.*

Elaborado por Autor

### 2.1.1. Inicio

En la primera etapa se realizó un estudio a las necesidades por la falta de herramientas informáticas las que permitan automatizar cálculos de posposición para la generación de metabolitos obtenidos por organismos biológicos en biorreactores, es aquí la fase donde se identificó a los stakeholders (grupo de interés).

### 2.1.2. Planificación y estimación

Como bien lo dice esta fase, aquí se planearon las tareas a realizar y se evaluó el tiempo fijo y repetible en el que se elabora el producto (Sprint), que tienen una duración de 20 minutos diarios y no excedan las 4 semanas, puesto que, este periodo nos sirve para establecer metas y cumplir con los plazos concretados.

### 2.1.3. Implementación.

Dentro de la implementación se habló lo antes examinado en los Sprints y se procedió con la elaboración de los entregables antes ya programados mediante los objetivos

específicos en la fase anterior, así mismo se elaboró pruebas que permitan validar que el programa cumpla de acuerdo a los objetivos planteados.

#### **2.1.4. Revisión y retrospectiva**

Es aquí donde los Sprints son aprobados luego de ser implementado son integrados los módulos con la finalidad de obtener un producto que se muestre estable y confiable. En esta etapa, el producto elaborado es sometido a pruebas donde se permita asegurar la integridad de los datos garantizando que este no presente errores.

En la Tabla 2, podemos ver los aspectos que se deben tomar en cuenta para que el producto sea aprobado.

Tabla 2.

*Aspectos de la etapa de revisión.*

<b>Aspectos</b>	<b>Revisión / Cumplimiento</b>
<b>Confiable</b>	✓
<b>Funcionabilidad</b>	✓
<b>Usabilidad</b>	✓
<b>Eficiencia</b>	✓

Elaborado por Autor

#### **2.1.5. Lanzamiento.**

Como bien es cierto, se llegó a la etapa final donde el producto ya antes implementado y revisado se cumple con las tareas de enviar entregables y retrospectivas del proyecto, es decir, el producto ya ha sido puesto en funcionamiento.

Es de suma importancia realizar mantenimientos para así prevenir la aparición de errores, donde estos puedan ser corregidos para evitar que surjan nuevos requerimientos o a su vez mejorar el rendimiento o las características.

## CAPÍTULO 3

### 3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Para el desarrollo de esta propuesta técnica donde desarrollaremos un software denominado ProsPY, hemos decidido realizar en 5 etapas, aplicando las normas que nos brinda la ingeniería de software dentro de la metodología **SCRUM**, las cuales se irá desarrollando una por una con el objetivo de lograr el software tipo web propuesto.

#### 3.1. Inicio.

En esta primera fase es donde conocemos a la parte interesada (Stakeholders) de la página web, a la vez se hizo la definición de roles de los participantes de esta propuesta: en la tabla 3, se muestra los diferentes roles y actividades que se van a ejecutar durante el desarrollo del software.

*Tabla 3.*

*Roles y actividades dentro del desarrollo del Software.*

<b>Responsable(s)</b>	<b>Rol</b>	<b>Actividades</b>
Juan Diego Valenzuela	Dueño del producto	Responsable de la Página web, gestión de prioridades.
Lazo Sulca Rafael	SCRUM Master	Encargado de asegurar que se cumplan los principios de la metodología SCRUM, eliminar las dificultades que surjan en la elaboración del proyecto.
Ruiz Morocho Ramos Bryan	Team SCRUM	Elaborar el producto de software.

Elaborado por el autor.

Además, aquí presentaremos los requerimientos que el cliente desea para la elaboración del software tipo página web denominado ProsPy:

- Autenticación de usuario y contraseña.
- Elaborar una interfaz ágil y sencilla.

- Mostrar los resultados de los ejercicios mediante graficas.
- Comparar graficas de diferentes ejercicios.
- Utilizar el software en diferentes navegadores web.
- Garantizar los resultados obtenidos desde la funcionalidad del software.

### 3.2. Planificación y estimación.

Dentro de esta etapa se procedió a realizar un cronograma de actividades que en el cual podemos observar en la tabla 4, donde permite organizar las tareas con el fin de cumplir el tiempo disponible para la elaboración de esta página web.

*Tabla 4.*

*Cronograma de actividades del software ProsPy.*

Actividades		Duración	
		Días	Horas
Investigación preliminar		15	
Reunión con los stakeholders (parte interesada), repartición de roles.			4
Determinación de requerimientos.		10	
Recopilación de información		15	
Diseño del sistema		15	
Diseño de la base de datos		8	
Codificación			
Tipo de requisito	Nombre		
Modulo ProsPyApp	Login	2	
	Crudo de usuario	7	
	Crud de organismo	2	
	Crud cabatch	2	
	Crud Predicción tiempo	2	
	Crud tipo reactor	2	
	Crud Tipo reactor	2	
	Ejercicios	2	
	Dashboard	2	

	Comparar gráficas	5	
	Ajustes	2	
	Inicio	7	
	Biorreactor Batch	5	
	Predicción de tiempo	5	
Modulo	Cambiar contraseña	2	
RecuperarContraseña	Recuperar contraseña	2	
	Enviar Correo	2	

Elaborado por el Autor

### 3.3. Diseño.

Continuando con la estructura de la metodología SCRUM, en esta etapa se trata de plasmar los gráficos como: diagrama de base de datos, caso de uso ya que su aportación es importante para la elaboración del software. Toda la información es tomada de los requisitos proporcionados durante la interacción con el usuario.

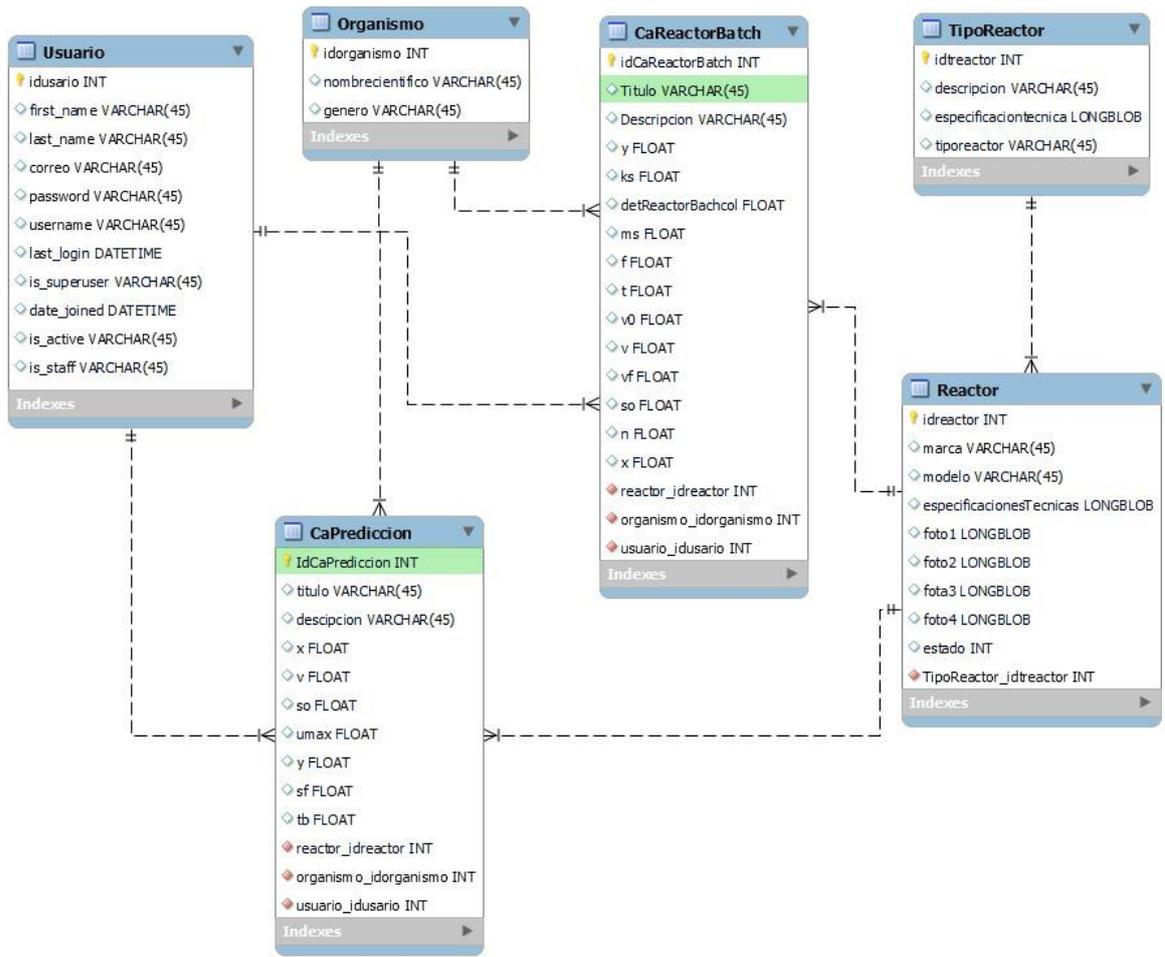
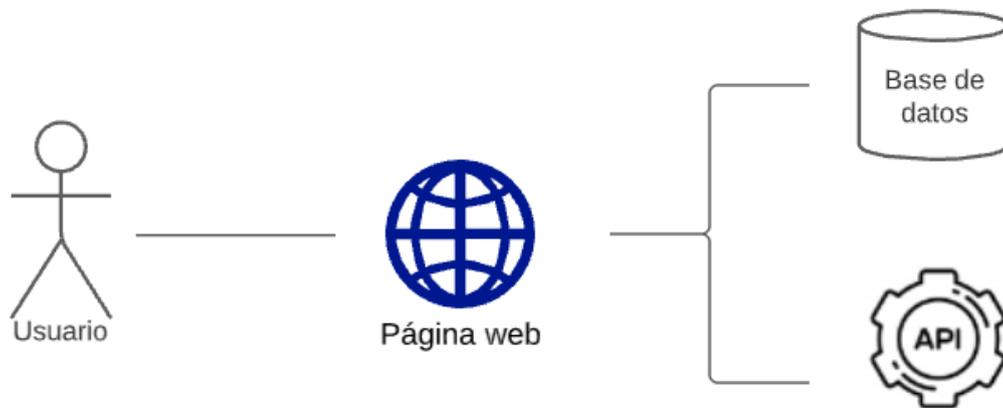


Ilustración 5: Diseño de la Base de Datos.

Elaborador por el Autor.



*Ilustración 6: Interacción entre usuarios y el sistema.*

Elaborado por el Autor

### **3.4. Implementación.**

Para la elaboración de requisitos y modelado de la página web se hará uso de los siguientes recursos:

- Internet
- Lucidchart
- Django
- Visual Code
- DB Browser (SQLite)
- MySQL Workbench 8.0 CE

### **3.5. Revisión y retrospectiva.**

Luego de haber realizado el software en los tiempos seleccionados y ya habiendo culminado con el mismo, se procede a realizar las pruebas necesarias con el fin de verificar si cumple o no con los requerimientos solicitados. En el formulario de evaluación de software nos dará dicha información.

## Formulario de evaluación de software.

Descripción general del software.

Fecha:	
Autor:	
Nombre del sistema:	

Marque con una X, si el software.	SI	NO
¿Permite recuperar contraseña de usuario?		
¿Ayuda a realizar ejercicios de proyección de manera rápida?		
¿Se puede acceder a las visitas realizadas a la página web?		
¿Permite comparar dos ejercicios diferentes en una sola grafica?		

Responda:

¿Cuál es el área que se beneficia con la obtención de la información de esta página web?
--

Evalúe los siguientes aspectos del Sistemas:

<b>Criterio</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Distribución de módulos.				
Apariencia				
Intuitivo				

## CONCLUSIONES

- Se ha logrado desarrollar el software tipo web ProsPy, que facilita los cálculos de prospección en los biorreactores: batch, fedbatch y continuo.
- La aplicación permite generar una comunidad de interesados en realizar y comprar diferentes ejercicios existentes en la base de datos.
- Se pudo realizar la base de datos en donde se queda la información de usuarios, que es visible para la comunidad en general.
- Se cuenta con la opción de general reportes de análisis inferencial.
- Finalmente se logró cumplir cada uno de los objetivos dentro de esta propuesta tecnológica de manera satisfactoria.

## RECOMENDACIONES

- Desarrollar una versión de escritorio del software ProsPy para agregar mayores funcionalidades como el trabajo OffLine.
- Desarrollar la interfaz física de conexión para conectar el software ProsPy con las lecturas a tiempo real de equipos biorreactores como: continuo, batch y fedbatch
- Construir un prototipo de equipo biorreactor que integre al software ProsPy como una plataforma framework.
- Dar libre acceso a los interesados en prospecciones en biorreactores que permita la creación de una comunidad y sirva como una fuente de retroalimentación del uso y funcionalidad del software ProsPy.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agramonte, D. (2006). BIOFABRICAS PARA LA MICROPROPAGACION DE ESPECIES VEGETALES. *Instituto de Biotecnología de las Plantas*, 6. Obtenido de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/477/863>
- Alvarez, I. P. (2005). Sistema de Medios Básicos de la Biofábrica de las Plantas de Villa Clara. *Dspace*, 85. Obtenido de [https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/9298/Tesis\\_Isleidy\\_Pedraza\\_Alvar ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/9298/Tesis_Isleidy_Pedraza_Alvar ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arango, G. A. (2009). La propiedad intelectual en las biofabricas. *Redalyc*, 24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194215432008.pdf>
- Arango, G. A. (2009). Las Biofabricas desde el derecho Comercial Colombiano. *Dialnet*, 20.
- Bermeo, S. B., Rogel, C. V., Abarca, L. B., & Solís, A. M. (2018). DISEÑO DE UN REACTOR DISCONTÍNUO. 55.
- Castillo, M. F., & Rea, D. P. (2010). Diseño y construcción de un bioreactor Bacht Aerobio para el cultivo de Bacterias Biodegradadoras de petróleo. *Dspace Epoch*, 103. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2651/1/96T00138.pdf>
- Díaz, M. S., & Hernández, A. A. (2015). Construcción y Validación Experimental de un Biorreactor Artesanal Tipo Tanque Agitado para Fermentaciones Sumergidas a Escala de Laboratorio. *Scielo*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852015000300010#:~:text=El%20biorreactor%20de%20tanque%20agitado,y%20mantenimiento%20de%20la%20esterilidad](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000300010#:~:text=El%20biorreactor%20de%20tanque%20agitado,y%20mantenimiento%20de%20la%20esterilidad).
- García, E. C., & Solís, I. M. (2007). *Manual de Fitoterapia*. Valencia. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=SgZjLFGBAAC&pg=PA25&dq=que+es+un+metabolito+primario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiO58GbkLXwAhWuSTABHXKnAkAQ6AEwAHoECAAQAq#v=onepage&q=que%20es%20un%20metabolito%20primario&f=false>
- López, C. R. (2019). Bioprocesses in biotechnology: use of bioreactors for the production and scaling of products of commercial interest. *Dialnet*, 6. Obtenido de Bioprocesses in biotechnology: use of bioreactors for the production and scaling of products of commercial interest
- Manzano, M. D., & Aguagallo, C. F. (2011). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR CONTINUO DE MEZCLA COMPLETA. *Epoch*, 119. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1968/1/96T00146.pdf>
- Olave, M. N., & Álvarez, C. A. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE REACTOR TIPO BATCH A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES VEGETALES. *UniCordoba*, 81. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/691/INFORME%20FINAL%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RAE, R. A. (s.f.). *Asociación de Academias de la lengua Española*, 23.<sup>a</sup> ed. Recuperado el 01 de Mayo de 2021, de <https://dle.rae.es>

- Szegedi, P. J. (2019). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR CONTINUO PARA LA DEGRADACIÓN QUÍMICA DE POLÍMEROS. *U Chile*, 187. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116265/cf-garrido\\_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116265/cf-garrido_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vela, N. A. (2006). *Glosario de Biotecnología*. México. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=iFCVkjTiRqwC&pg=PA38&dq=biorreactor&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjSiozuobXwAhVNTjABHW5AAjoQ6AEwAnoECAQQAg#v=onepage&q=biorreactor&f=false>
- Vilalta, D. G. (1999). Estudio del comportamiento de Reactores de factores Discontinuos y Semicontinuos: Modelizacion y comprobacion experimental. 17. Obtenido de [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6463/02\\_grauVilalta\\_capitol\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6463/02_grauVilalta_capitol_1.pdf)
- Yúfera, E. P. (2007). *Introduccion a la Biotecnología, Fermentaciones e ingeniería genética*. España: Reverté S.A. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=aU\\_aBXvAB3MC&pg=PA1102&dq=esquema+de+un+biorreactor&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj80eiUvLXwAhUmQTABHdbhCToQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=esquema%20de%20un%20biorreactor&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=aU_aBXvAB3MC&pg=PA1102&dq=esquema+de+un+biorreactor&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj80eiUvLXwAhUmQTABHdbhCToQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=esquema%20de%20un%20biorreactor&f=false)
- Zeiger, L. T. (2006). *Fisiología vegetal*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=7QIbYg-OC5AC&pg=PA534&dq=metabolito+secundario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjggtWHIbXwAhWkSjABHY4jCDkQ6AEwAHoECAMQAQAg#v=onepage&q=metabolito%20secundario&f=false>
- Ignacio, P., & Burnes, L. (2003). Simulación estocástica y control óptimo de procesos para el tratamiento de aguas residuales de excretas porcinas. Universidad de Sonora, de ingeniería química y metalúrgica. Universidad de Sonora. División de ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia. Recuperado de: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=1608>
- Monsalve, D. F. (2019). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIORREACTOR TIPO FED-BATCH PARA FINES EXPERIMENTALES. *Usta*, 76. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18145/2019diegomartinez?sequence=11&isAllowed=y>
- Tresguerres, J. F., Fernández, V. M., & Serrano, V. N. (2013). Biotecnología aplicada a la medicina. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=DR8BAQAAQBAJ&pg=PA152&dq=concepto+semicontinuo+\(Fed-Batch\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjH5cWYqLTxAhUSFVvFHXkyAAEQ6AEwBHoECAQQAg#v=onepage&q=concepto%20semicontinuo%20\(Fed-Batch\)&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=DR8BAQAAQBAJ&pg=PA152&dq=concepto+semicontinuo+(Fed-Batch)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjH5cWYqLTxAhUSFVvFHXkyAAEQ6AEwBHoECAQQAg#v=onepage&q=concepto%20semicontinuo%20(Fed-Batch)&f=false)

# ANEXOS

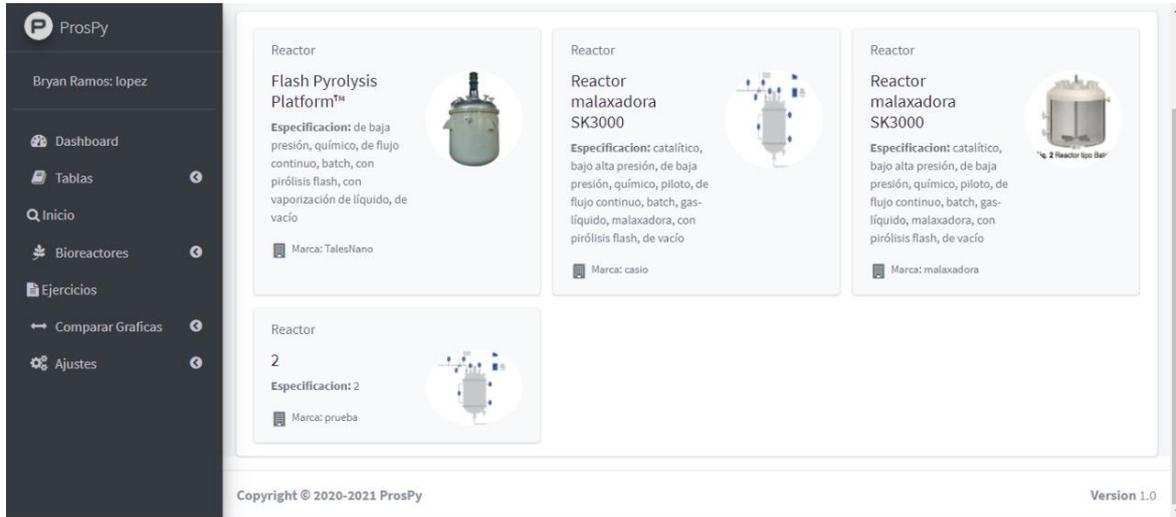


Ilustración 7: Pantalla de Inicio.

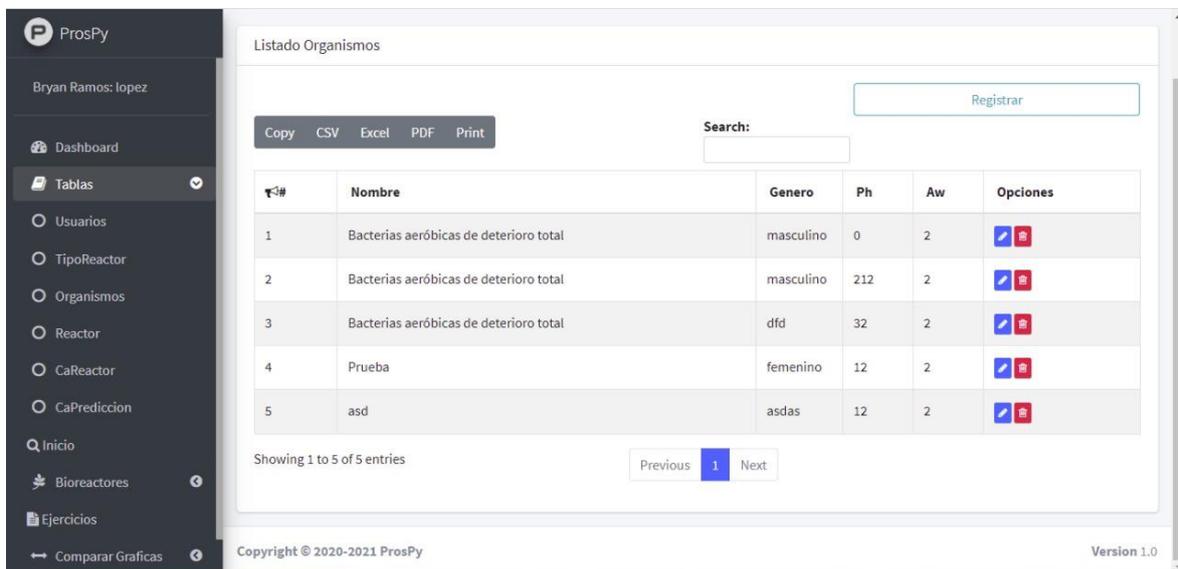


Ilustración 8: Pantalla de tablas dashboard

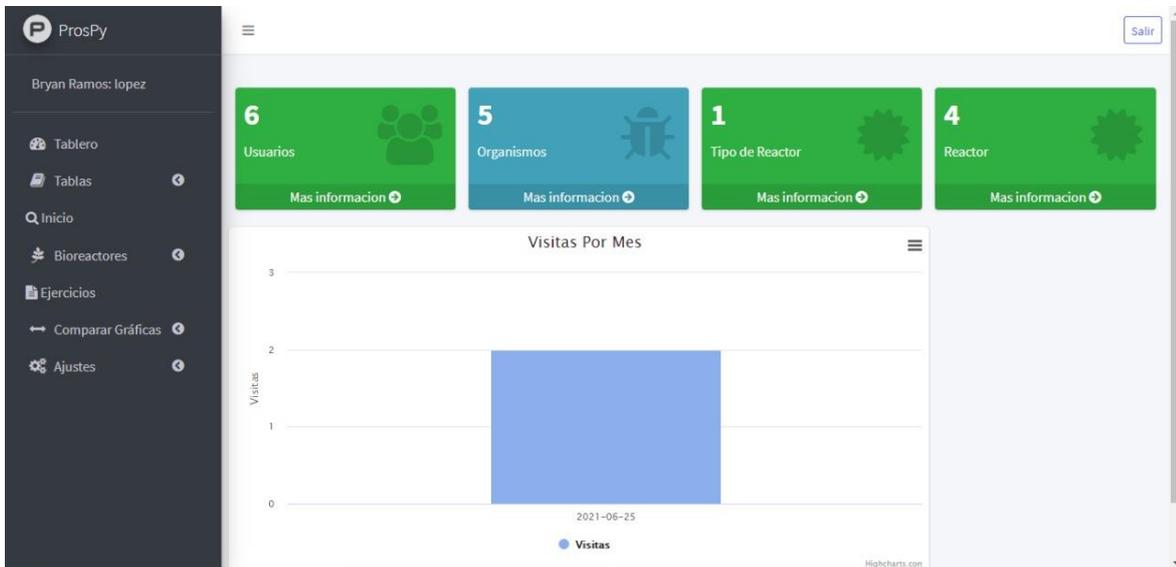


Ilustración 9: Pantalla dashboard.

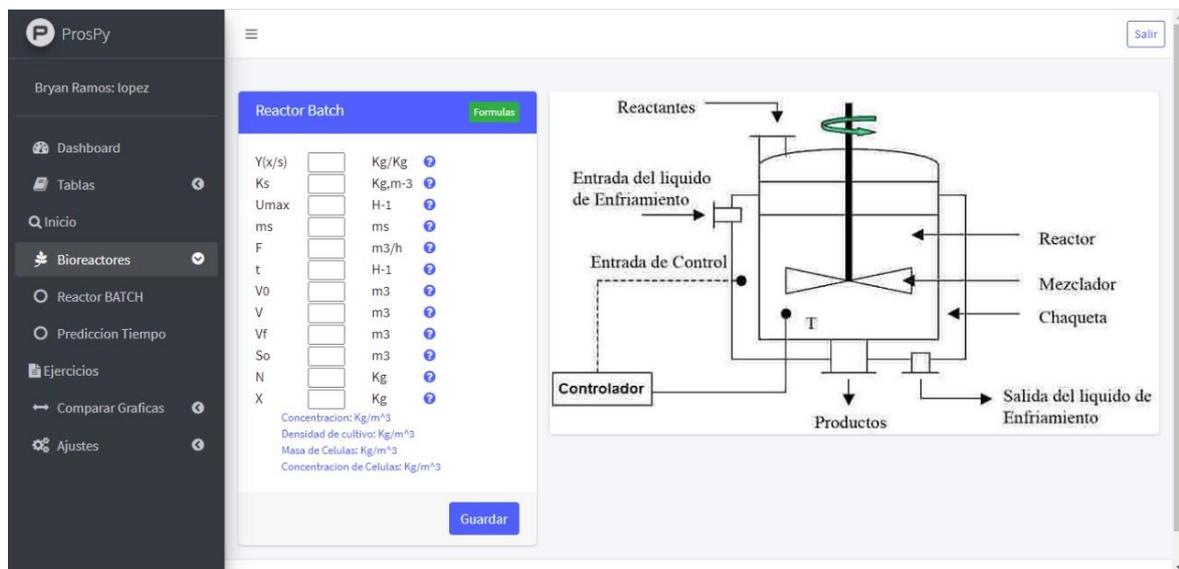


Ilustración 10: Pantalla de ejercicio Batch.

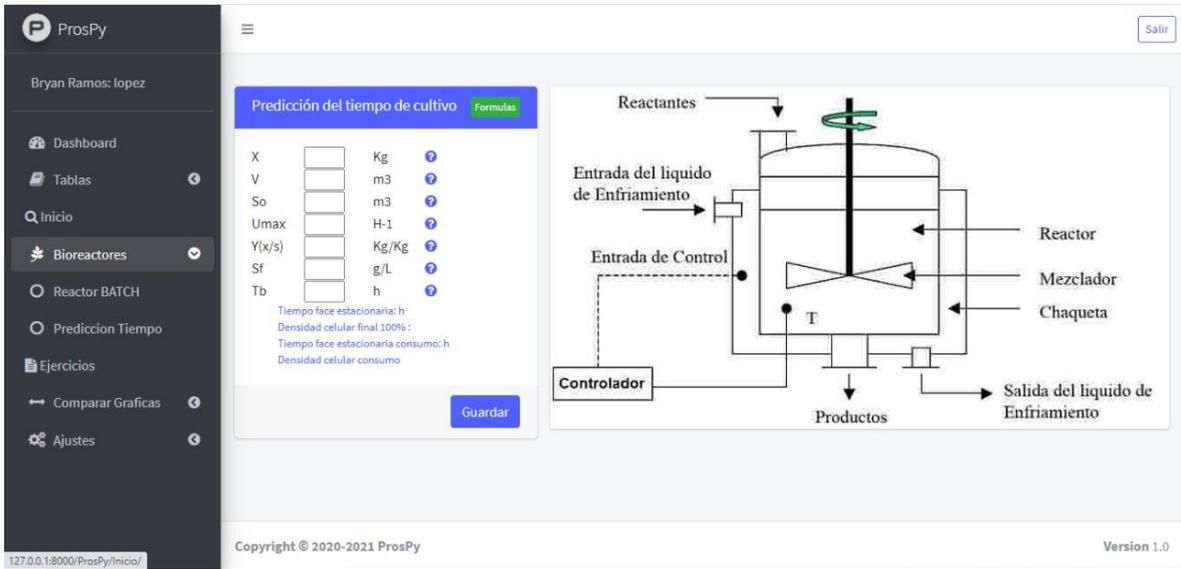


Ilustración 11: Pantalla de predicción de tiempo.

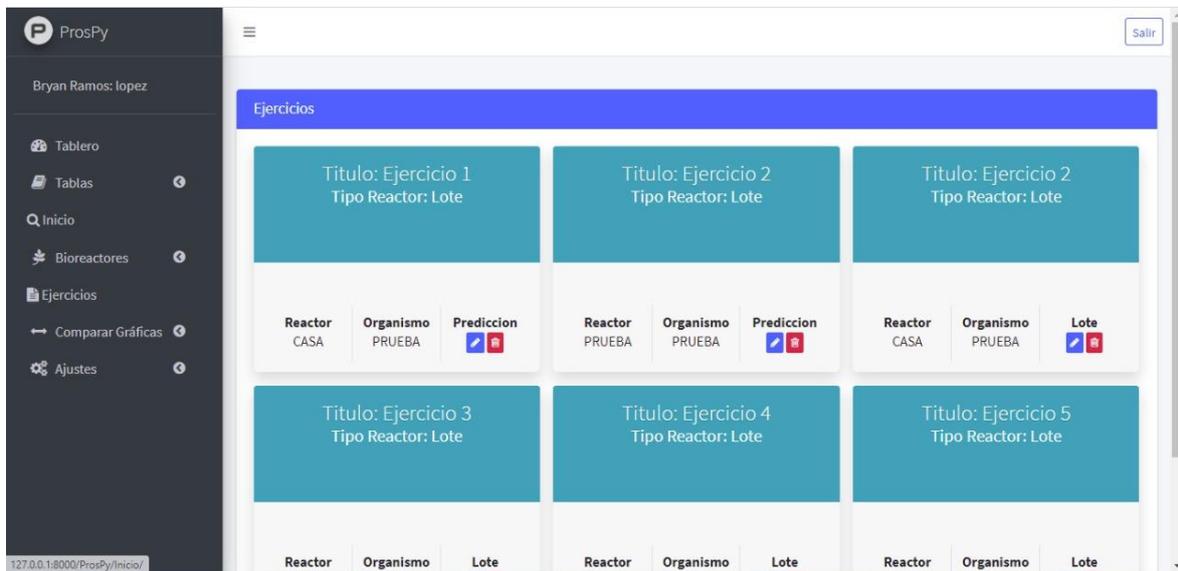


Ilustración 12: Pantalla de ejercicios realizados

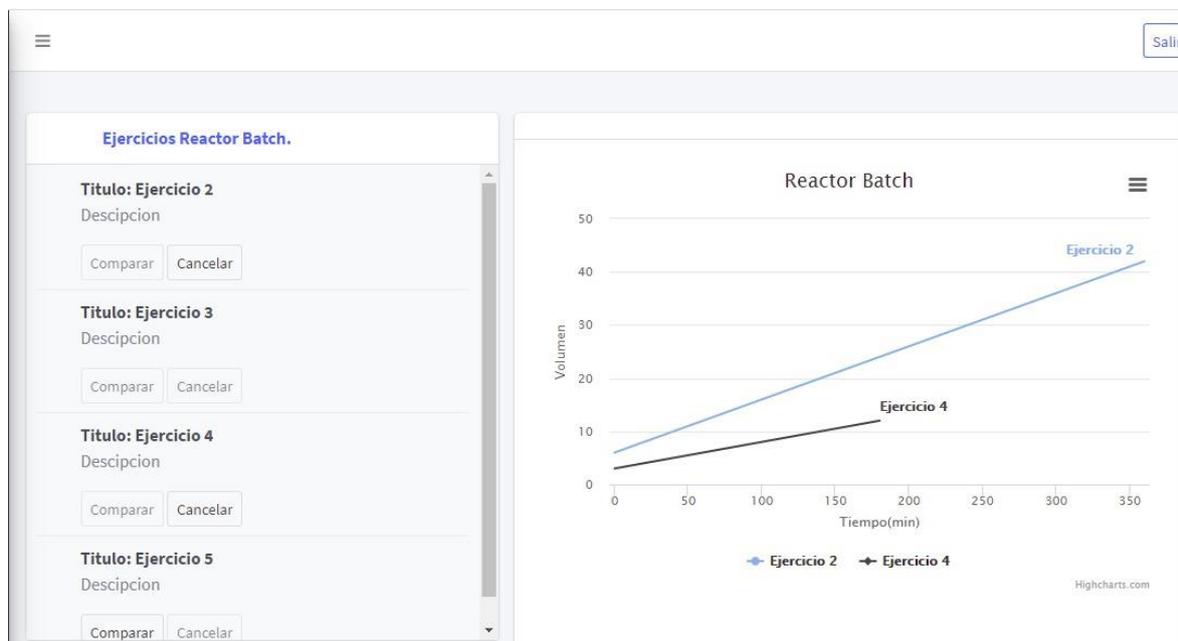


Ilustración 13: Pantalla de comparación de ejercicios.

The figure shows the 'Ajustes' (Settings) screen in the ProsPy application. On the left, a dark sidebar contains the user's name 'Bryan Ramos: Iopez' and a list of navigation items: 'Tablero', 'Tablas', 'Inicio', 'Bioreactores', 'Ejercicios', 'Comparar Gráficas', 'Ajustes' (highlighted), and 'Cuenta'. The main content area displays the 'Cuenta' (Account) settings for the email 'steeven10f@gmail.com'. It features three input fields: 'Contraseña actual', 'Nueva Contraseña', and 'Confirmar Nueva Contraseña'. Below these fields is a blue button labeled 'Cambiar Contraseña'. The footer of the page includes 'Copyright © 2020-2021 ProsPy' on the left and 'Versión 1.0' on the right.

Ilustración 14: Pantalla de Ajustes.