

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA: DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y CONTROL ESTADÍSTICO

CLAVE: E-DECE-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumno establecerá a través de herramientas estadísticas, cartas de control y modelos de control avanzados, la validez y veracidad de las variables de un bioproceso, para dar cumplimiento a los estándares de calidad nacionales e internacionales.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Integrar el conocimiento para el desarrollo, la optimización e innovación de bioprocesos a través de la gestión y el manejo sostenible de los recursos para contribuir a la consolidación de la competitividad que permita generar bienes y servicios biotecnológicos con impacto regional, nacional e internacional			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
ESPECÍFICA	7	4.68	ESCOLARIZADA	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Estadística aplicada al diseño de experimentos.	5	10
II. Diseños factoriales	10	15	25
III. Capacidad de proceso	5	10	15
IV. Gráficos de control por variables y por atributos	8	12	20
Totales	28	47	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Optimizar la eficiencia de los bioprocesos mediante la integración del conocimiento para generar bienes y servicios biotecnológicos.	Examinar el bioproceso mediante la determinación de los parámetros de operación y rendimientos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran el análisis de la factibilidad para la innovación del bioproceso.
	Establecer los parámetros de operación y rendimientos del bioproceso mediante el análisis de datos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran la implementación del proyecto, recolección y evaluación de datos, así como un análisis para evaluar el impacto de la innovación.
Implementar los bioprocesos optimizados a través de la integración del conocimiento para la innovación de bienes y servicios biotecnológicos.	Definir los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran el análisis en la elección de biorreactores, operaciones unitarias involucradas en los procesos de bioseparación y los servicios auxiliares requeridos.

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Estadística aplicada al diseño de experimentos.					
Propósito esperado	El alumno establecerá a través de herramientas estadísticas, la validez y veracidad e influencia de las variables de un bioproceso, para dar cumplimiento a los estándares de calidad nacionales e internacionales.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Principios para el diseño de experimentos, prueba de hipótesis e intervalos de confianza	Definir el control estadístico del bioproceso e identificar las herramientas estadísticas en el análisis de datos y diseño de experimentos.	Seleccionar las herramientas estadísticas aplicables a procesos, definiendo factores, niveles de factor, variables de respuesta y necesidades de análisis.	El alumno promoverá la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva. El alumno desarrollará el pensamiento analítico al definir los diferentes conceptos y resolución de problemas. El alumno asumirá una actitud metódica al realizar determinaciones en el laboratorio. El alumno desarrollará proyectos aplicando en forma responsable la normatividad vigente. El alumno resolverá problemas de forma ordenada y sistemática.
	Explicar los experimentos estadísticos comparativos que participan en el diseño de experimentos y el fundamento de la prueba de hipótesis y los intervalos de confianza.	Determinar diferencias significativas entre tratamientos, a través del establecimiento de pruebas de hipótesis y la determinación de intervalos de confianza	
Regresión lineal y no lineal	Identificar métodos de regresión estadística aplicados en bioprocesos.	Plantear modelos de regresión lineal o no lineal (según sea el caso), que faciliten el análisis del proceso, estableciendo las variables involucradas en el monitoreo o que tienen influencia en variables de respuesta.	El alumno ejercerá liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.
ANOVA de una, dos vías y pruebas de bondad de ajuste ANOVA de una, dos vías y pruebas de bondad de ajuste	Explicar el fundamento y aplicaciones del Análisis de varianza de una y dos vías, incluyendo las pruebas de bondad de ajuste	Organizar los datos obtenidos de un monitoreo en formatos estadísticos y determinar si presentan un comportamiento normal y homogeneidad de varianzas.	
		Realizar un análisis de datos experimentales considerando las herramientas de diseño experimental como regresión lineal, ANOVA de una y dos vías.	
Prueba Fisher y Tukey	Explicar el fundamento y aplicaciones de los métodos de comparaciones de muestras como la prueba de Fisher y Tukey.	Realizar un análisis de datos experimentales considerando las pruebas de Fisher y Tukey.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje		
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo
		Aula X

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<ul style="list-style-type: none"> - Equipos colaborativos. - Tareas de investigación. - Estudio da caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pintarrón. - Equipo multimedia. - Internet. - Computadora. - Software estadístico 	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican las variables (factores) que tienen influencia en el resultado de un bioproceso.</p> <p>Los estudiantes plantean pruebas de hipótesis e intervalos de confianza para la toma de decisiones sobre afirmaciones basadas en el análisis de datos.</p> <p>Los estudiantes establecen modelos que describen relaciones entre variables en un bioproceso y determinan si la correlación es lineal o no lineal.</p>	<p>A partir de un caso práctico elaborar un informe que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Justificación del sistema o bioproceso a analizar. -Selección de variables (un factor y al menos dos variables de respuesta) y justificación del factor y variables de respuesta a analizar. - Estimación de intervalos de confianza y prueba de hipótesis. - Conclusiones 	Rúbrica o lista de cotejo
<p>Los estudiantes estiman parámetros poblacionales con un nivel de confianza específico y organizan los datos obtenidos del monitoreo de un experimento o proceso.</p> <p>Los estudiantes analizan datos experimentales aplicando herramientas como regresión lineal, ANOVA de una y dos vías, y pruebas de Fisher y Tukey.</p>	<p>A partir de un caso práctico elaborar un informe que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Justificación del sistema o bioproceso a monitorear. -Selección de variables de monitoreo. -Concentrado de datos. -Selección de variables (uno o dos factores y al menos dos variables de respuesta) y justificación de la elección de los factores y variables de respuesta a analizar. -Análisis de los resultados obtenidos a través de ANOVA, pruebas de Fisher y Tukey. -Conclusiones. 	Rúbrica o lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Diseños factoriales					
Propósito esperado	Evaluar múltiples factores a la vez, para encontrar interacciones entre variables y determinar los efectos más significativos en el análisis de experimentos y procesos, con el objeto de optimizar procesos y disminuir el efecto de factores indeseables.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Diseño completamente al azar y diseño de bloques (bloques aleatorios, cuadrados latinos, cuadrados grecolatinos)	Identificar el Análisis de bloques aleatorizados, cuadros latinos y diseños relacionados a un experimento o proceso de un factor y más de un nivel de factor.	Determinar la influencia de factores no considerados en diseños experimentales a través de análisis de bloques aleatorizados, cuadros latinos y diseños relacionados.	Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.
Diseño factorial general	Explicar los diversos diseños factoriales aplicados a bioprocesos, para varios factores y niveles	Determinar las variables que tienen mayor influencia sobre la respuesta o el resultado del experimento a través de la aplicación de análisis factorial con múltiples factores y al menos dos niveles.	Desarrollar el pensamiento analítico al definir los diferentes conceptos y resolución de problemas.
Diseño factorial 2^k	Explicar los fundamentos teóricos de los diseños factoriales 2^k y factorial general.		Asumir una actitud metódica al realizar determinaciones en el laboratorio. Desarrollar proyectos aplicando en forma responsable la normatividad vigente. Resolver problemas de forma ordenada y sistemática.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

			Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.
--	--	--	---

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
<ul style="list-style-type: none"> - Equipos colaborativos. - Tareas de investigación. - Estudio da caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Computadora. - Pintarrón. - Equipo multimedia. - Internet. - Software estadístico 	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes determinan la influencia de factores no considerados en diseños experimentales a través de análisis de bloques aleatorizados, cuadros latinos y diseños relacionados.</p> <p>Los estudiantes plantean diseños experimentales que consideran los factores con potencial influencia en variables de respuesta en bioprocesos</p> <p>Los estudiantes determinan la correlación y los efectos principales de las variables que tienen mayor influencia sobre la respuesta o el resultado del experimento a través de la aplicación de análisis factorial de múltiples factores.</p>	<p>A partir de un caso práctico elaborar un informe que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Justificación del sistema o bioproceso a monitorear. - Selección de variables de monitoreo. - Concentrado de datos - Propuesta de diseño experimental con la justificación de los factores a analizar (dos o más), niveles del factor (al menos 2niveles) y variables de respuesta (Al menos dos) - Análisis de los resultados obtenidos a través de análisis factorial 2K o análisis factorial general (para el caso de más de dos niveles). - Conclusiones. 	Rúbrica o lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	III. Capacidad de proceso					
Propósito esperado	El alumno establecerá el índice de capacidad de un bioproceso, para determinar la continuidad o ajuste de un bioproceso.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Análisis de las Métricas 6 sigma	Explicar las métricas seis sigma y relacionar el índice Cp, Cpm y Cpk con las métricas seis sigma	Aplicar la metodología seis sigma en un caso práctico.	Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.
Determinación de los índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpi, Cps y Cpk), largo plazo (Pp, Ppk, Ppi y Pps) y capacidad general Cpm en un bioproceso	Identificar los Índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpi, Cps y Cpk), largo plazo (Pp, Ppk, Ppi y Pps) y capacidad general Cpm en un bioproceso.	Determinar los Índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpi, Cps y Cpk), largo plazo (Pp, Ppk, Ppi y Pps) y capacidad general Cpm en un bioproceso.	Desarrollar el pensamiento analítico al definir los diferentes conceptos y resolución de problemas.
	Identificar los conceptos de cp y cpk para una sola especificación.	Determinar los intervalos de control de un bioproceso.	Asumir una actitud metódica al realizar determinaciones en el laboratorio.
	Identificar los intervalos de control de un bioproceso.	Realizar el ajuste de un modelo de control de un bioproceso.	Desarrollar proyectos aplicando en forma responsable la normatividad vigente. Resolver problemas de forma ordenada y sistemática. Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

			de la práctica o proceso a desarrollar.
--	--	--	---

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<ul style="list-style-type: none"> - Equipos colaborativos. - Tareas de investigación. - Estudio da caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Computadora. - Pintarrón. - Equipo multimedia. - Internet. - Software estadístico 	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>a) Los estudiantes aplican las métricas seis sigma y estimarán intervalos de confianza para determinar la continuidad o ajuste de un bioproceso.</p> <p>b) Los estudiantes calculan los Índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpi, Cps y Cpk), largo plazo (Pp, Ppk, Ppi y Pps) y capacidad general Cpm según sea el caso en un bioproceso.</p> <p>c) Los estudiantes establecen los intervalos de control de un bioproceso.</p> <p>d) Los estudiantes plantean ajustes en modelos de control de bioprocesos.</p>	<p>A partir de un caso práctico, elaborar un análisis que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El análisis de las variables de control y el problema detectado en el estadístico temporal o atemporal de un bioproceso. - El diseño de los gráficos de control e Histogramas aplicables a un bioproceso. -Cálculo de los Índices de capacidad de corto plazo (Cp, Cpi, Cps y Cpk), largo plazo (Pp, Ppk, Ppi y Pps) y capacidad general Cpm según sea el caso de estudio. -Análisis de las Métricas 6 sigma y estimación de intervalos de confianza para determinar la continuidad o ajuste de un bioproceso. -Análisis de resultados. -Conclusiones. 	Rúbrica para estudio de caso práctico o lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	IV. Gráficos de control por variables y por atributos					
Propósito esperado	El alumno determinará las conformidades, no conformidades y desviaciones utilizando cartas de control, para proponer alternativas de ajuste a un bioproceso fuera de control.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Gráficos de control por variables y por atributos aplicables a un bioproceso.	Identificar las causas asignables de variación dentro de un proceso biotecnológico considerando los patrones de inestabilidad.	Predecir los patrones de inestabilidad en un bioproceso.	Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.
	Describir cartas de control y gráficas de control X-R, X-S considerando los patrones de inestabilidad, así como la capacidad del proceso, además de las gráfica de control P (Porcentaje de unidades o procesos defectuosos) , NP (Número de unidades o procesos defectuosos), C (Número de defectos por área de oportunidad) y U (Porcentaje de defectos por área de oportunidad) considerando los patrones de inestabilidad, así como la capacidad del proceso.	Elaborar gráficas de control que muestre los patrones de inestabilidad, así como la capacidad del proceso.	
Modelos y Cartas CUSUM, EWMA.	Describir las cartas CUSUM y EWMA, incluyendo sus elementos constitutivos y su fundamento teórico	Determinar las causas de variación dentro de un proceso utilizando cartas CUSUM, EWMA.	Resolver problemas de forma ordenada y sistemática.
El modelo ARIMA.	Explicar las causas de variación dentro de un proceso utilizando modelos ARIMA y relacionar los modelos matemáticos avanzados con las cartas ARIMA.	Determinar las causas de variación dentro de un proceso utilizando el modelo de ARIMA.	Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

			actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.
--	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<ul style="list-style-type: none"> - Equipos colaborativos. - Tareas de investigación. - Estudio da caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Computadora. - Pintarrón. - Equipo multimedia. - Internet. - Software estadístico 	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes determinan patrones de inestabilidad en un bioproceso.</p> <p>Los estudiantes elaboran gráficas de control que muestren los patrones de inestabilidad, así como la capacidad del proceso.</p> <p>Los estudiantes determinan las causas de variación dentro de un proceso utilizando cartas CUSUM, EWMA o modelos de ARIMA.</p>	<p>A partir de un caso práctico, elaborar un análisis que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El análisis de las variables de control y el problema detectado en el estadístico temporal o atemporal de un bioproceso. - El diseño de los gráficos de control e Histogramas aplicables a un bioproceso. - Gráficos de control por variables y por atributos. - Cartas CUSUM, EWMA. - Un modelo ARIMA. - Análisis de resultados. - Conclusiones 	Rúbrica o lista de cotejo

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Profesionista en el área de biotecnología, bioquímica, Química, Ingeniería Química o afín	Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la estadística, el diseño de experimentos o el control estadístico de proceso	Preferentemente con un año de experiencia en la aplicación de diseño de experimentos o control estadístico de procesos, ya sea en la industria o en institutos de investigación
---	---	---

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Humberto Gutiérrez Pulido	2013	Control estadístico de procesos y seis sigma	México	Mc Graw Hill	978-6071514592
Douglas C. Montgomery.	2017	Diseño y Análisis de Experimentos	Estados Unidos.	Wiley	978-1119472254
Jorge Domínguez, Eduardo Castaño.	2017	DISEÑO DE EXPERIMENTOS. ESTRATEGIAS Y ANÁLISIS EN CIENCIAS E INGENIERÍAS	México	Marcombo	8426725945

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Julián Alberto Uribe Gómez.	2021	Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	