



GUÍA DE
ORIENTACIÓN

Saber Pro Competencias Específicas

Módulo de Diseño de sistemas, procesos y
productos agroindustriales
2017

Presidente de la República
Juan Manuel Santos Calderón

Ministra de Educación Nacional
Yaneth Giha Tovar

Viceministra de Educación Superior
Natalia Ruiz Rodgers

Publicación del Instituto Colombiano para la
Evaluación de la Educación (Icfes)
© Icfes, 2017.
Todos los derechos de autor reservados.

Directora General
Ximena Dueñas Herrera

Secretaria General
María Sofía Arango Arango

Director de Evaluación
Hugo Andrés Gutiérrez Rojas

Director de Producción y Operaciones
Giovany Babativa Márquez

Directora de Tecnología
Ingrid Picón Carrascal

Jefe Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo
Ilba Janneth Cárdenas Fonseca

Jefe Oficina Gestión de Proyectos de Investigación
Luis Eduardo Jaramillo Flechas

Subdirector de Producción de Instrumentos
Luis Javier Toro Baquero

Subdirectora de Diseño de Instrumentos
Luisa Fernanda Benavides Reina

Subdirector de Estadística
Cristian Fernando Téllez Piñerez

Subdirectora de Análisis y Divulgación
Silvana Godoy Mateus

Revisión de estilo
Leonardo Galeano Barbosa

Diagramación
Diana Téllez Martínez

ISBN de la versión digital: En trámite

Bogotá, D. C., agosto de 2017

Este documento se elaboró a partir de los documentos conceptuales de cada módulo, con la participación de los equipos de gestores de pruebas del Icfes y asesores externos.

Coordinación de la publicación

Alejandra Calderón
Angélica Piñeros

Equipo de gestores de pruebas del Icfes

Gestores Competencias Específicas

Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales

Luis Alfredo Posada D.

Asesores externos que han participado en las definiciones y conceptualizaciones del módulo, en las distintas fases y momentos del diseño, construcción y validación de marcos de referencia, especificaciones o preguntas:

Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales

Elena Prieto

TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO PARA PUBLICACIONES Y OBRAS DE PROPIEDAD DEL ICFES

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) pone a la disposición de la comunidad educativa y del público en general, **DE FORMA GRATUITA Y LIBRE DE CUALQUIER CARGO**, un conjunto de publicaciones a través de su portal www.icfes.gov.co. Estos materiales y documentos están normados por la presente política, y están protegidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor a favor del Icfes. Si tiene conocimiento de alguna utilización contraria a lo establecido en estas condiciones de uso, por favor infórmenos al correo prensaicfes@icfes.gov.co.

Queda prohibido el uso o publicación total o parcial de este material con fines de lucro. **Únicamente está autorizado su uso para fines académicos e investigativos**. Ninguna persona, natural o jurídica, nacional o internacional, podrá vender, distribuir, alquilar, reproducir, transformar*, promocionar o realizar acción alguna de la cual se lucre directa o indirectamente con este material. Esta publicación cuenta con el registro ISBN (International Standard Book Number, o Número Normalizado Internacional para Libros) que facilita la identificación no solo de cada título, sino de la autoría, de la edición, del editor y del país en donde se edita.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del Icfes, el usuario deberá consignar o hacer referencia a los créditos institucionales del Icfes respetando los derechos de cita; es decir, se podrán utilizar con los fines aquí previstos transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre la fuente de autor; lo anterior siempre que estos no sean tantos y seguidos que razonadamente puedan considerarse una reproducción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del Icfes.

Asimismo, los logotipos institucionales son marcas registradas y de propiedad exclusiva del Icfes. Por tanto, los terceros no podrán usar las marcas de propiedad del Icfes con signos idénticos o similares respecto a cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso, queda prohibido su uso sin previa autorización expresa del Icfes. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y, en su caso, penalmente, de acuerdo con las leyes nacionales y tratados internacionales aplicables.

El Icfes realizará cambios o revisiones periódicas a los presentes términos de uso, y los actualizará en esta publicación.

El Icfes adelantará las acciones legales pertinentes por cualquier violación a estas políticas y condiciones de uso.

* La transformación es la modificación de la obra a través de la creación de adaptaciones, traducciones, compilaciones, actualizaciones, revisiones, y, en general, cualquier modificación que de la obra se pueda realizar, generando que la nueva obra resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto a las obras originales que aquellas requieren para su realización de la autorización expresa del autor o propietario para adaptar, traducir, compilar, etcétera. En este caso, el Icfes prohíbe la transformación de esta publicación.

Contenido

Presentación	7
I. Características generales del examen de Estado de la calidad de la educación superior, Saber Pro	9
A. ¿Cuáles son los objetivos de Saber Pro?	9
B. ¿A quiénes evalúa?	9
C. ¿Qué se evalúa?	9
D. Metodología para la elaboración de los módulos	10
II. Estructura del examen Saber Pro	11
A. Módulos que componen el examen	11
1. Módulos de Competencias Genéricas	11
2. Módulos de Competencias Específicas	11
B. Tipos de preguntas	12
C. Cuestionario de contexto	12
D. Sesiones del examen	13
III. Especificaciones del Módulo de Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales	14
A. Competencia evaluada en el módulo	14
B. Características del módulo	15
C. ¿Quiénes presentan este módulo específico?	17
D. Ejemplos de preguntas	17



Lista de tablas

Tabla 1. Módulos de competencias específicas	11
Tabla 2. Estructura de aplicación de la primera sesión	13
Tabla 3. Estructura de aplicación de la segunda sesión	13
Tabla 4. Afirmaciones y evidencias del módulo	16
Tabla 5. Lista de programas que pueden presentar el módulo	17



PRESENTACIÓN

La Ley 1324 de 2009¹ le confiere al Instituto Colombiano para Evaluación de la Educación (Icfes) la misión de evaluar, mediante exámenes externos estandarizados, la formación que se ofrece en el servicio educativo en los distintos niveles. También establece que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) define lo que debe evaluarse en estos exámenes.

Por su parte, en el Plan Decenal 2006-2016 se propuso “organizar, implementar y consolidar un sistema de seguimiento y evaluación del sector educativo, que dé cuenta de los logros y dificultades de los estudiantes, su acceso, cobertura y permanencia en el sistema y la eficiencia de los entes responsables de la prestación y la calidad del servicio”².

Para cumplir con lo anterior, el Icfes ha avanzado en la alineación del Sistema Nacional de Evaluación Externa Estandarizada (SNEE), a través de la reestructuración de los exámenes: en 2009 con un nuevo diseño de Saber 3.º, 5.º y 9.º; en 2010 con el rediseño de Saber Pro; en 2014 con los cambios en Saber 11.º y en 2015 con la aprobación de un examen con módulos genéricos para Saber TyT. La alineación posibilita la comparación de los resultados en distintos niveles educativos, ya que los exámenes Saber evalúan competencias comunes en algunas áreas, es decir, las competencias genéricas.

¹Congreso de la República de Colombia. (2009). Ley 1324 de 2009: por la cual se fijan parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del Estado y se transforma el Icfes. *Diario Oficial*, 13 de julio de 2009, n.º 47.409. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.

²Asamblea Nacional por la Educación. (2007). Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016: compendio general (p. 16). Disponible en: <http://www.plandecenal.edu.co>

El *Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior, Saber Pro*, está compuesto por módulos de competencias genéricas³ y específicas. Las primeras son entendidas como aquellas que deben desarrollar todos los estudiantes sin distinción de su área de conocimiento, mientras que las específicas son aplicadas según los grupos de programas con características de formación similares.

Este documento tiene como objeto dar a conocer a los estudiantes, docentes, directivos de instituciones de educación superior (IES) y a los demás interesados en el examen de Estado de la educación superior, Saber Pro, la información básica sobre las especificaciones del módulo.

Este texto está organizado en 3 capítulos. En el capítulo 1, se informa sobre las características generales de los módulos Saber Pro: sus objetivos, la población que se evalúa y la metodología utilizada por el Icfes en el diseño de los módulos. En el capítulo 2, se presentan la estructura general del examen, los tipos de preguntas que se utilizan, lo referente a las sesiones y el cuestionario de contexto. En el capítulo 3, se describen las especificaciones del módulo y se presentan algunos ejemplos de preguntas.

Las personas interesadas en obtener información sobre los demás módulos Saber Pro pueden consultar la guía correspondiente en la página web de Icfes:

<http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-pro/guias-de-orientacion>

³El Ministerio de Educación Nacional (MEN) junto con el Icfes han definido los constructos y competencias que se evalúan con los módulos genéricos. Disponible en Ministerio de Educación Nacional (2012). Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EXAMEN DE ESTADO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, SABER PRO

A. ¿Cuáles son los objetivos de Saber Pro?

La aplicación de los módulos de competencias genéricas y específicas que conforman los exámenes de Estado Saber Pro, tienen como objetivo evaluar y proporcionar un reporte del grado de desarrollo de habilidades y conocimientos generales y particulares de estudiantes que han aprobado el 75 % de los créditos de sus estudios profesionales.

B. ¿A quiénes evalúa?

Con la publicación de la Ley 1324 de 2009 y el Decreto 3963 del mismo año, se dio una nueva orientación a los exámenes de Estado de la educación superior (Saber Pro y Saber T y T), que se establecieron como obligatorios para obtener el título del nivel de pregrado.

Cabe aclarar que el nivel de pregrado tiene tres niveles de formación:

- Nivel Técnico Profesional (relativo a programas técnicos profesionales).
- Nivel Tecnológico (relativo a programas tecnológicos profesionales).
- Nivel Profesional (relativo a programas profesionales universitarios).

C. ¿Qué se evalúa?

Las competencias genéricas del examen de Estado Saber Pro, evalúa a todos los estudiantes sin distinción de su área de conocimiento a través de 5 módulos: 1) Lectura Crítica, 2) Razonamiento Cuantitativo, 3) Competencias Ciudadanas, 4) Comunicación Escrita y 5) Inglés; por otro lado, los módulos de competencias específicas están conformadas por temáticas y contenidos específicos de diferentes programas y de acuerdo a las áreas de formación propias de cada estudiante. Es importante aclarar que el Icfes oferta 40 módulos de competencias específicas, pero es potestad de las instituciones de educación superior (IES) escoger si sus estudiantes presentan o no dichos módulos, y de ser el caso, seleccionar entre 1 y 3 módulos que presentarían los estudiantes de cada uno de sus programas profesionales, de acuerdo al área de formación. Sin embargo, para apoyar la decisión de las IES, el Icfes clasifica la totalidad de programas que se presentan en Grupos de referencia (GR); dichos grupos se arman con programas académicos con características de formación similares y a estos grupos se les sugieren módulos específicos de acuerdo a su área de formación. Los módulos específicos ofertados se pueden consultar en la Tabla 1 del presente documento.

D. Metodología para la elaboración de los módulos

El diseño y construcción de los exámenes Saber se realizan sobre la base de las especificaciones de cada módulo. Estas determinan con exactitud en qué consisten las competencias que se evalúan y cómo se evalúan. Son diseñadas por el Icfes junto con equipos de expertos de cada área. Las especificaciones se desarrollan siguiendo el Modelo Basado en Evidencias (MBE)⁴. De acuerdo con este modelo, en las especificaciones se formalizan, primero, las afirmaciones sobre las competencias que posee un estudiante dado su desempeño en el módulo. Luego, se describen las evidencias que sustentan cada una de las afirmaciones. Por último, se describen las tareas que se le pide realizar al evaluado para obtener las evidencias que dan sustento a las afirmaciones. De esta manera, la elaboración de las especificaciones garantiza una completa comparabilidad de los exámenes.

⁴Este modelo se empezó a usar para el diseño de Saber 5.º y Saber 9.º desde 2007.

II. ESTRUCTURA DEL EXAMEN SABER PRO

A. Módulos que componen el examen

1. Módulos de Competencias Genéricas

El examen Saber Pro se compone de 5 módulos que evalúan las competencias genéricas.

- Lectura Crítica
- Razonamiento Cuantitativo
- Competencias Ciudadanas
- Comunicación Escrita
- Inglés

2. Módulos de Competencias Específicas

Además de los anteriores, hay 40 módulos asociados a temáticas y contenidos específicos que los estudiantes tienen la posibilidad de presentar de acuerdo a su área de formación profesional, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Módulos de Competencias Específicas

Módulos	
Análisis de Problemáticas Psicológicas	Fundamentación en diagnóstico y tratamiento médico
Análisis Económico	Generación de Artefactos
Atención en Salud	Gestión de Organizaciones
Comunicación Jurídica	Gestión del Conflicto
Cuidado de enfermería en los ámbitos clínico y comunitario	Gestión Financiera
Diagnóstico y tratamiento en salud oral	Información y Control Contable
Diseño de Obras de Infraestructura	Intervención en Procesos Sociales
Diseño de Procesos Industriales	Investigación en Ciencias Sociales
Diseño de Sistemas de Control	Investigación Jurídica
Diseño de sistemas de manejo de impacto ambiental	Pensamiento Científico: Ciencias biológicas
Diseño de Sistemas Mecánicos	Pensamiento Científico: Ciencias de la tierra
Diseño de sistemas productivos y logísticos	Pensamiento Científico: Ciencias físicas
Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales	Pensamiento Científico: Matemáticas y estadística
Diseño de Software	Pensamiento Científico: Química
Enseñar	Procesos Comunicativos
Estudio Proyectual	Producción Agrícola
Evaluar	Producción Pecuaria
Formar	Promoción de la salud y prevención de la enfermedad
Formulación de Proyectos de Ingeniería	Proyecto de Arquitectura
Formulación, evaluación y gestión de proyectos	Salud y Bienestar Animal

Cabe aclarar que los módulos específicos están dirigidos únicamente a estudiantes que presentan por primera vez el examen y que son inscritos directamente por su IES. Cada IES tiene la posibilidad de seleccionar, acorde al Grupo de referencia del programa, una de las combinatorias ofertadas por el Icfes (estas pueden contener entre uno y tres módulos específicos) según lo considere pertinente. Para consultar al detalle estos grupos de referencia y combinatorias, remítase al siguiente *link*:

<http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-pro/combinatorias-y-grupos-de-referencia>

B. Tipos de preguntas

En el examen se utilizan preguntas de selección múltiple con única respuesta que están conformadas por un enunciado (que presenta una situación, contexto, texto, etcétera), la formulación de una tarea de evaluación (aquello que se le pide al estudiante realizar), y cuatro opciones de respuesta, codificadas como A, B, C y D, de las cuales solo una es correcta y válida dada la tarea planteada. El estudiante debe seleccionar entre estas opciones rellenando completamente el círculo correspondiente a la opción de respuesta que considere acertada.

Todas las preguntas de los módulos del examen Saber Pro tienen este formato, excepto el Módulo de Comunicación Escrita, donde el tipo de pregunta es abierta, ya que el estudiante debe desarrollar un texto a partir de una temática propuesta. El estudiante encontrará un espacio de dos páginas para desarrollar el escrito en el módulo respectivo.

C. Cuestionario de contexto

Este cuestionario se entrega a todos los estudiantes para que sea contestado una vez finalizados los módulos de competencias genéricas. Son preguntas cortas (de selección) que se responden en la hoja de respuestas y NO tienen calificación.

Lo que permite el cuestionario es obtener mayor información sobre los estudiantes respecto a un conjunto de indicadores relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje que pueden explicar los desempeños en las pruebas. Por ejemplo, indaga por características del núcleo familiar (composición, estatus laboral y educativo); condiciones del hogar (dotación de bienes dentro de la vivienda, estrato socioeconómico, disponibilidad de conexión a internet y servicio de televisión por cable), y horas promedio de trabajo semanal de los estudiantes.

¿Cuál es el manejo de la información recopilada en este cuestionario?

La información solamente tiene propósitos académicos, por tanto, es confidencial y anónima. Es importante aclarar que no es una evaluación y no afectará los resultados de los estudiantes.

D. Sesiones del examen

El examen se realiza en dos sesiones (ver tablas 2 y 3), la primera es obligatoria para todos los inscritos a Saber Pro, ya que está conformada por 5 módulos que se consideran genéricos para cualquier programa de formación de nivel profesional. Mientras que a la segunda sesión solo asisten quienes hayan sido inscritos por su IES para presentar entre 1 y 3 módulos específicos relativos a su área de formación; para quienes presentan un solo módulo la duración máxima de la segunda sesión será de 90 minutos, si el examen tiene 2 módulos de competencias específicas la segunda sesión tendrá un tiempo máximo de duración de 180 minutos, y si el examen se conforma de 3 módulos la duración máxima de la sesión será de 270 minutos. En el capítulo 3 de esta guía se listan los programas de formación profesional a los que se les recomienda presentar este módulo, puesto que se relaciona con su área de formación.

Tabla 2. Estructura de aplicación de la primera sesión

Sesión	Módulo	Preguntas por módulo	Tiempo máximo por sesión
Primera sesión: Competencias genéricas	Lectura Crítica	35	4 horas y 40 minutos
	Razonamiento Cuantitativo	35	
	Competencias Ciudadanas	35	
	Comunicación Escrita	1	
	Inglés	45	

Tabla 3. Estructura de aplicación de la segunda sesión

Sesión	Módulo	Preguntas del módulo	Tiempo máximo por sesión
Segunda sesión: Competencias específicas	Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales	40	90 minutos

III. ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO DE DISEÑO DE SISTEMAS, PROCESOS Y PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

A. Competencia evaluada en el módulo

El diseño de productos tecnológicos (artefactos, procesos, sistemas e infraestructura) está en el centro de la naturaleza de la ingeniería. El diseño en ingeniería es un proceso sistemático, creativo y flexible, sustentado en las matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería. Incluye la generación, la evaluación sistemática y la puesta a prueba de especificaciones para la creación de artefactos, sistemas, procesos e infraestructura cuya forma y función permitan lograr unos objetivos establecidos y satisfacer una serie de restricciones especificadas a partir de una necesidad o situación problemática.

Diseñar en ingeniería un producto tecnológico se caracteriza por:

1. Ser una estrategia para resolver cierto tipo de problemas desde la perspectiva de la concepción de productos tecnológicos.
2. Ser un proceso iterativo de toma de decisiones.
3. Ser un problema abierto, en general débilmente estructurado, con múltiples soluciones.
4. Para el caso de ingeniería, el producto final de la actividad de diseño es un producto tecnológico entendido este como un artefacto, un proceso o un sistema que debe ser operado económicamente y que cumple con especificaciones y restricciones.
5. El término artefacto se utiliza para designar una amplia gama de productos físicos, como una máquina, un dispositivo, un puente, un automóvil, un bien de consumo que involucra tecnología en su desarrollo y puesta en el mercado para satisfacer necesidades.
Implica la transformación de la materia para generar elementos con funcionalidades y características nuevas que buscan resolver necesidades existentes o potenciales.
6. La utilización intensiva explícita o implícita del conocimiento matemático y científico es un pilar central de todo proceso de diseño en ingeniería.

El desarrollo cognitivo que se requiere para diseñar tiene un componente transversal a las especialidades de ingeniería. Con el fin de evaluar la competencia que han logrado los estudiantes en relación con el diseño en ingeniería, se definieron 8 módulos de aplicación para el diseño:

1. Diseño de Obras de Infraestructura
2. Diseño de Procesos Industriales
3. Diseño de Sistemas de Control

4. Diseño de Sistemas Mecánicos
5. Diseño de sistemas productivos y logísticos
6. Diseño de Software
7. Diseño de sistemas de manejo de impacto ambiental
8. Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales

Cada módulo de este núcleo común está diseñado para evaluar las habilidades del estudiante en la competencia de diseño en ingeniería, basada en desempeños coherentes de estudiantes de ingeniería con un nivel del 75 % del plan de estudios de pregrado. Por ello, la prueba exige un nivel de conocimientos y de desenvolvimiento técnico en el contexto de aplicación que supere los retos del sentido común, de la lógica elemental y de la comprensión de lectura.

Cada módulo de Diseño en Ingeniería, incluye la descripción de casos (situaciones problema) de los que se desprenden varias preguntas. Para la descripción de cada caso se hace uso de textos, gráficas, tablas, esquemas, ecuaciones o de cualquier otro tipo de representación que le permita al estudiante entender la problemática que se plantea y resolver las preguntas que se hacen a partir de la misma. Estas preguntas deben analizarse y responderse teniendo en cuenta la información presentada en cada caso.

Estos módulos evalúan aprendizajes relacionados con la competencia: “Planifica y concibe productos tecnológicos como artefactos, sistemas o procesos, mediante la integración de conocimientos y principios de las matemáticas, ciencias, tecnología y ciencias de la ingeniería, con el fin de satisfacer necesidades y cumplir con requerimientos y restricciones técnicas, financieras, de mercado, ambientales, sociales, éticas y económicas”.

B. Características del módulo

El diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales, se define como el desarrollo conceptual y metodológico para resolver necesidades tecnológicas del sector agroindustrial en diferentes contextos relacionados con el acopio, almacenamiento, transporte, procesamiento de materias primas agrícolas o pecuarias, y el manejo de productos terminados.

Las afirmaciones y evidencias que componen la competencia definida para este módulo, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Afirmaciones y evidencias del módulo

Afirmación	Evidencia
1. Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.	1.1 Comprende e interpreta, en un marco técnico, la información para identificar el problema que se requiere resolver en un contexto específico.
	1.2 Diferencia y plantea restricciones y requerimientos del producto tecnológico a diseñar.
	1.3 Formula las especificaciones de entrada para el diseño del producto tecnológico.
2. Propone alternativas de solución, las evalúa y selecciona la más conveniente teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ambiental, y ético.	2.1 Reconoce alternativas viables de solución para satisfacer requerimientos, restricciones y especificaciones técnicas de diseño.
	2.2 Compara alternativas de solución de acuerdo con criterios determinados.
	2.3 Selecciona la alternativa de solución más adecuada.
3. Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.	3.1 Realiza cálculos y procedimientos necesarios para detallar el producto tecnológico y sus componentes.
	3.2 Plantea especificaciones para el proceso de desarrollo del producto tecnológico.
	3.3 Revisa, verifica y valida que una solución cumple con las especificaciones técnicas de diseño.

1. Productos tecnológicos objeto del diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales

- Sistemas de acopio, almacenamiento y transporte de materias primas agrícolas y pecuarias, y de producto terminado.
- Procesos de producción a partir de materias primas agrícolas y pecuarias.

2. Áreas conceptuales de referencia

Este contexto de diseño incluye: operaciones unitarias, métodos de conservación, manejo poscosecha y posproducción, y procesos agroindustriales.

C. ¿Quiénes presentan este módulo específico?

El Módulo de Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales lo pueden presentar los estudiantes de los programas académicos relacionados a continuación.

Tabla 5. Lista de programas que pueden presentar el módulo

Principales programas académicos que aplican el módulo
Ingeniería Agroindustrial
Ingeniería de Alimentos
Ingeniería de Producción Agroindustrial
Ingeniería en Procesos Agroindustriales
Producción Agroindustrial
Programas afines

D. Ejemplos de preguntas

En esta sección se presentan ejemplos de preguntas de selección múltiple con única respuesta del Módulo de Diseño de sistemas, procesos y productos agroindustriales del examen Saber Pro. Para cada ejemplo de pregunta se indica la afirmación y la respuesta correcta junto con su justificación. Las siguientes preguntas se utilizaron en aplicaciones previas del módulo e ilustran algunas de las tareas de evaluación que forman parte de este.

Pregunta 1

Una empresa se propone exportar papa criolla precocida congelada y requiere evaluar el diseño de su línea de congelado a -23°C . De acuerdo con las necesidades de conservación del producto, el equipo que más conviene en el diseño de la línea de congelado es

- A. un cuarto refrigerado.
- B. un congelador lento.
- C. una cámara frigorífica.
- D. un congelador rápido.

Clave C

Afirmación

Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.

Justificación

El evaluado analiza el enunciado en el que se observa que el producto está congelado y se debe mantener a -23°C , además con el conocimiento que debe tener el estudiante sobre operaciones de conservación en frío. Por ello debe analizar cada equipo según las temperaturas que maneja y las confronta con la temperatura de -23°C ., con lo cual encuentra que el refrigerador no cumple; los congeladores pueden llegar a esa temperatura pero no conviene, porque el producto ya está congelado, y por eso, se prefiere la cámara frigorífica acondicionada a esa temperatura como mejor opción de conservación.

Pregunta 2

En el diseño de un biorreactor para una fermentación alcohólica, la relación de transferencia de masa de oxígeno/requerimiento energético, debe ser alta. De acuerdo con lo anterior, si se compara el biorreactor tipo burbujeo (air-lift) con el biorreactor tipo batch o tradicional, se selecciona el primero porque

- A. no necesita energía para airear.
- B. no necesita energía para agitar.
- C. agita y airea al mismo tiempo.
- D. airea lo suficiente pero no agita.

Clave C

Afirmación

Identifica y formula un problema de diseño a partir del análisis de una situación contextualizada, basado en información que puede ser incompleta, sobrante o incierta.

Justificación

El evaluando analiza el sistema de aire del biorreactor del enunciado en cada opción y selecciona la clave, porque con la C logra más transferencia de masa de oxígeno en la fermentación con menos gasto de energía. El biorreactor air-lift es el de mayor rendimiento en cuanto a la relación entre la eficiencia en la transferencia de oxígeno y el requerimiento energético, ya que este biorreactor no necesita un motor para agitación y otro para la aireación. Este equipo agita y airea al mismo tiempo con un solo motor, lo cual no ocurre con el biorreactor batch tradicional.

Pregunta 3

En la siguiente tabla se presenta la información tecnológica y económica de dos propuestas de máquinas freidoras.

Máquina	Coefficiente de transferencia de calor	\$ Aceite/ kg	Ganancia de peso en el producto final
Freidora 1 sin agitación	200 W/m ² . K	4.000	3 %
Freidora 2 con agitación	230 W/m ² . K	5.000	2 %

Para el diseño de un proceso de freído se debe manejar buena transferencia de calor a bajo costo del aceite empleado.

Teniendo en cuenta los anteriores criterios, la alternativa más conveniente es la de

- A. la freidora 2 porque permite alto manejo de calor por área y menos costo de aceite utilizado.
- B. la freidora 1 porque permite alta transferencia de calor y menos precio del aceite comprado.
- C. cualquier freidora porque absorben en el producto final cantidades cercanas de aceite.
- D. cualquier freidora porque cumplen altas transferencias de calor con costos similares.

Clave A

Afirmación

Analiza alternativas de solución y selecciona la más adecuada teniendo en cuenta criterios de tipo técnico, económico, financiero, social, ético y ambiental.

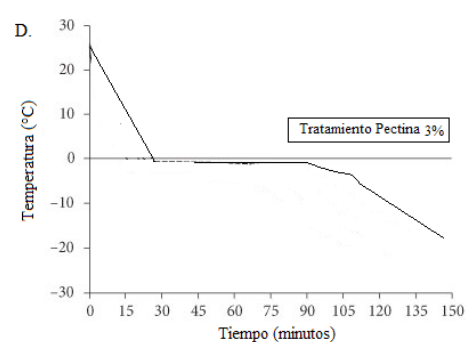
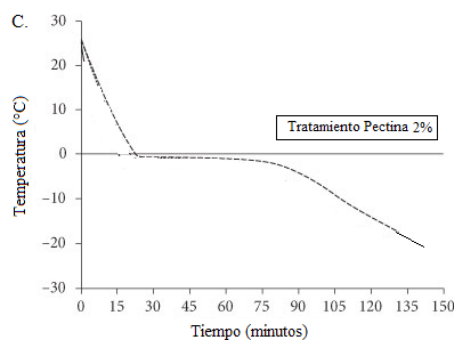
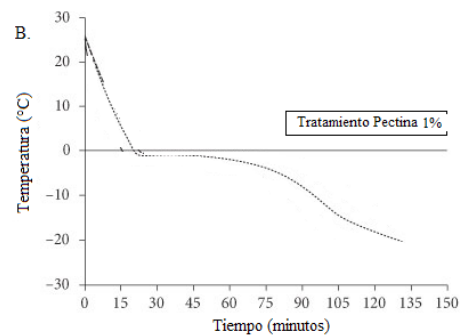
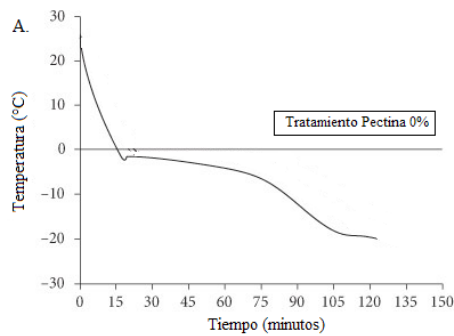
Justificación

El estudiante analiza los criterios que componen la tabla frente a los mencionados en el enunciado sobre buena transferencia de calor a bajo costo del aceite empleado. Como se quiere seleccionar la alternativa que cumpla estos criterios, el estudiante analiza la información de las dos freidoras en cada opción de respuesta y verifica que por el alto coeficiente se logra más transferencia de calor por área y con menos absorción de aceite en el producto final, lo cual conducirá a menos costo por el aceite utilizado; por ello la opción D es la correcta.

Pregunta 4

En el diseño de un producto congelado se establecieron los comportamientos de las temperaturas en el tiempo, de los trozos de la fruta sin y con tratamiento previo de inmersión en soluciones de pectina para evitar cambios en la textura de la fruta durante la congelación. Los tratamientos presentaron velocidades de congelación de $0,45\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ (sin pectina); $0,35\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ (con pectina 1 %); $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ (con pectina 2 %); y $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ (con pectina 3 %). Además, por el cambio de la textura, la calidad del producto final varió desde regular (sin pectina) y aceptable (con pectina 1%) hasta excelente con los tratamientos de alta concentración de pectina.

Para llevar el producto diseñado a una producción industrial a -20°C sin sacrificar la calidad del producto, en un menor tiempo, es más conveniente operar con la curva de congelación de la opción



Clave C

Afirmación

Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.

Justificación

El estudiante analiza que la diferencia entre las curvas de congelación se debe a las diferentes velocidades de congelación o pendientes de las curvas; por lo cual, infiere que a mayor concentración de pectina se gasta más tiempo de congelación, si se debe llegar a -20°C . Luego relaciona este análisis con la información de calidad del producto del enunciado de la pregunta. Como no se puede sacrificar la calidad o la textura del producto final, el estudiante deduce a que los tratamientos de las opciones C y D son los más factibles para lo que se quiere en la industria. Después, revisa de nuevo las velocidades de congelación y llega a la clave C, que requiere menos tiempo de congelación para la industria, lo cual es favorable, y además permite una excelente calidad del producto. Por lo anterior, es más conveniente operar con esta curva de congelación.

RESPONDA LAS PREGUNTAS 5 Y 6 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

Los productores de cebada de una zona rural, asociados en una cooperativa, almacenan este cereal en cobertizos sin cerramientos. En los últimos años ha aumentado la producción de cebada, y por esta razón, la gerencia de la cooperativa considera necesario invertir en el diseño de un secador con aire caliente a 55°C para llevar la cebada de 18 % a 10 % de humedad, es decir, que opere como se muestra en el diagrama.



Pregunta 5

Para el diseño del secado de la cebada se requiere determinar la cantidad de agua eliminada que retira el aire caliente. Por tanto, el agua eliminada en el secado de 1000 kg de cebada húmeda en kg es

- A. $(1000 \text{ kg} * 0,18) - [(1000-180)\text{kg} * (90/10)]$
- B. $(1000 \text{ kg} * 0,18) - [(1000-180)\text{kg} * (10/90)]$
- C. $(1000 \text{ kg} * 0,18) - [(1000-100)\text{kg} * (18/82)]$
- D. $(1000 \text{ kg} * 0,18) - [(1000-100)\text{kg} * (82/18)]$

Clave B

Afirmación

Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.

El estudiante al analizar el enunciado de la pregunta deduce que debe plantear un balance de materia que es tema de su conocimiento para calcular la cantidad de agua eliminada. Por tanto debe recordar en el planteamiento del caso que las humedades, inicial de 18 % y final del arroz de 10 %, se encuentran descritas allí. En seguida el estudiante sobre el diagrama plantea el balance de materia, así:

Justificación

Agua de la cebada húmeda = Agua de la cebada seca + Agua eliminada

Agua eliminada = Agua de la cebada húmeda + Agua de la cebada seca

En el balance de materia el estudiante deduce que la cebada seca contiene la misma cantidad de los sólidos iniciales (1000-180) kg, que se encuentran en la cebada húmeda (100 % - 18 % = 82 % inicial o 100 % - 10 % = 90 % final). Luego continúa reemplazando la ecuación del balance de materia con los valores mencionados. Después revisa cada opción de respuesta dada, y selecciona la B como clave que coincide con el análisis del balance materia, así:

Agua eliminada = $(1000 \text{ kg} * 0,18) - [(1000-180) * (10/90)]$

Pregunta 6

El cálculo del calor necesario para el diseño del secado de la cebada requiere el valor del calor específico (C_p) que se debe calcular mediante el siguiente modelo matemático:

$$C_p \text{ (kcal/kg} \cdot \text{K)} = 0,3 + 0,5 \cdot \text{humedad (expresada en fracción)}$$

De acuerdo con lo anterior, el modelo matemático que determina el calor específico para hallar el calor necesario en el secador es el de la opción

- A. $0,3 + 0,5 \cdot 10$
- B. $0,3 + 0,5 \cdot 0,10$
- C. $0,3 + 0,5 \cdot 18$
- D. $0,3 + 0,5 \cdot 0,18$

Clave D

Afirmación

Aplica los conocimientos de las matemáticas, las ciencias, la tecnología y las ciencias de la ingeniería para especificar en forma detallada un producto tecnológico.

Justificación

El estudiante debe entender que se está dando el modelo matemático para calcular el calor específico requerido en el diseño del secado. Luego recuerda las humedades de la cebada planteadas en el caso, la inicial de 18 % y la final de 10 % esperada en el secado. Después de analizar la operación de secado en el diagrama del caso, concluye que el calor lo requiere la cebada húmeda al 18 %, que en fracción es 0,18 para así reemplazar esta fracción en el modelo matemático de la pregunta. Revisa cada opción de respuesta dada y selecciona la clave D, que cumple con el análisis anterior.

