

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA**  
**CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS**  
**Modalidad Libre**

**Departamento de Ciencia y Tecnología**

**Carrera Ingeniería en Alimentos**

**Núcleo Superior Complementario**

**Prerrequisito obligatorio:** Probabilidad y Estadística.

**Carga horaria total:** 72 horas

**Docente:** Carlos Mulreedy

**Año lectivo:** 2023 y 2024

**Objetivos**

Los objetivos para quienes cursen la asignatura son:

- Aprender las herramientas estadísticas necesarias para alcanzar el aseguramiento de la calidad en organizaciones manufactureras y de servicios.
- Comprender los fundamentos del funcionamiento de dichos métodos, analizando los fundamentos estadísticos en los cuales se basan.
- Aprender a programar planillas de cálculo y aplicarlas a distintos procesos.
- Adquirir conocimientos elementales de análisis multivariable.

**Saberes profesionales**

En la asignatura se propician los siguientes saberes profesionales:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en alimentos.
- Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería en alimentos
- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería en alimentos
- Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en alimentos.
- Contribuir en la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

**Contenidos mínimos:** Calidad. Control estadístico de la calidad. Prevención de desviaciones del proceso que afectan la calidad. Seguimiento de los datos de proceso en bases de datos relacionales.

### **Programa analítico**

**Unidad 1: Repaso de probabilidad y estadística básica.** Variables aleatorias continuas y discretas. Esperanza y varianza. Experimentos Bernoulli. Distribuciones discretas: uniformes, binomial, Poisson. Distribuciones de muestreo: normal, ji-cuadrado, t (Gosset-Student), Fischer. Estimación de parámetros: intervalos de confianza, de tolerancia; test de hipótesis y ANOVA de un factor.

**Unidad 2: Introducción a los diagramas de control.** Concepto de calidad. Control Estadístico de Procesos (CEP) y su aplicación en el Control de la Calidad. Interés para la Ingeniería en Alimentos. Aplicación a la producción. Aplicación al mejoramiento de la calidad y reducción de costos. Variabilidad fortuita y atribuible. Procesos bajo control y fuera de control estadístico. Diagramas de Shewhart. Límites de control. Subgrupos racionales. Tipos de patrones no aleatorios. Criterios de decisión.

**Unidad 3:** Diagramas de control para atributos. Conformidad y disconformidad de un producto. Diagrama p (fracción de disconformes). Elección del tamaño muestral y de la frecuencia de muestreo. Tamaño de muestra variable. Diagrama c (de disconformidades).

**Unidad 4:** Diagramas de control de variables. Diagramas de control de  $\bar{x}$  y R. Diagramas de control de  $\bar{x}$  y S. Curvas de Operación para la elección de los tamaños de las muestras.

**Unidad 5:** Estudios complementarios. Capacidad de un proceso:  $C_p$ ,  $C_{pi}$ ,  $C_{ps}$ ,  $C_{pk}$ . Métodos para controlar varias características de calidad relacionadas: Hotelling.

**Unidad 6:** Muestreo para aceptación. Planes de muestreo simple por atributos. Planes de muestreo doble, múltiple y secuencial. Norma IRAM 2859-1 y Norma militar 105D.

**Unidad 7:** Operación Evolutiva y Diseños Factoriales. OPEV; conceptos básicos de diseño experimental: factores y variables, niveles y tratamientos; obtención de superficies de respuesta para modelos factoriales de primer y segundo orden; método del camino de máxima pendiente.

## Trabajos prácticos

La nómina de los TP y sus objetivos son:

**TP N°1: Análisis de Varianza (ANOVA):** Analizar diversos conjuntos de muestras utilizando una planilla programada ad hoc y determinar en cada caso si se acepta o no la hipótesis nula. Emplear un proceso de comparaciones múltiples cuando sea necesario.

**TP N° 2: DC para fracción disconforme:** Construir el diagrama de fracción disconforme a partir de una muestra conformada por  $m$  mediciones de tamaño  $n$  y construir y analizar la existencia de patrones que puedan señalar una condición de fuera de control del proceso.

**TP N°3: DC para fracción disconforme en muestras de tamaño variable:** Aplicar los tres métodos usuales para el análisis de muestras conformadas por  $m$  mediciones de diferente tamaños cada una y comparar los los resultados obtenidos en cada caso.

**TP N°4: DC para disconformidades: Trabajar con** con  $m$  unidades de control, y programar la planilla de cálculo para obtener el correspondiente diagrama de control. Analizar patrones que pudieran indicar una condición de fuera de control del proceso, y profundizar el estudio construyendo el diagrama de Pareto correspondiente al problema. Eventualmente, efectuar el respectivo diagrama de Ishikawa.

**TP N°5: DC de medias y de R:** Programar una planilla de cálculo para construir diagramas de recorridos o amplitudes y de medidas. Buscar patrones que indiquen condiciones fuera de control del proceso.

**TP N°6: DC de medias y de S:** Programar una planilla de cálculo para muestras de mayor tamaño, reemplazando los rangos por las varianzas muestrales. Buscar patrones que indiquen condiciones fuera de control del proceso.

**TP N°7: Hotelling T2 para dos factores:** A partir de los diagramas de medias y S correspondientes a dos variables distintas del mismo producto, contruidos mediante un mismo muestreo, discutir la condición de fuera de control de un proceso utilizando el estadístico T2 de Hotelling que no se observa al analizar a cada una de las variables por separado.

**TP N°8: Hotelling T2 para más de dos factores:** Utilizando un programa en Octave,

analizar dos casos basados en un mismo muestreo. En primer lugar, a partir de la medición de cinco factores distintos; en un segundo caso, con esos cinco factores más otros seis (es decir, con un total de once factores). Discutir los resultados.

**TP N°9: Operación Evolutiva:** Empleando un programa en Octave desarrollado por el docente, estudiar diversos procesos y evaluar los procedimientos a seguir en cada caso, de acuerdo a los resultados obtenidos.

**TP N°10: Diseños Factoriales:** Empleando planillas de cálculo diseñadas por el docente, estudiar un diseño factorial de tipo, obteniéndose los modelos de regresión de primer y de segundo orden correspondientes a un ensayo determinado. Discutir los resultados obtenidos y obtener las condiciones correspondientes al punto óptimo.

## **Bibliografía**

### Biografía obligatoria

- Montgomery, D. C. y Runger, G. C. (1999). Applied Statistics and Probability for Engineers, 2ra ed., John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- Montgomery, D. C. (1991), Control estadístico de la calidad, Grupo Editorial Iberoamérica, México.

### Bibliografía de consulta

- Baíllo Moreno, A.; Grané Chávez, A. (2008). 100 problemas resueltos de Estadística Multivariable (implementados en Matlab). Delta Publicaciones Universitarias: Madrid.
- Devore, J.; Berk, K. (2012) Modern Mathematical Statistics with Applications. Springer: New York.
- Hoel, P. (1969). Estadística Elemental, CECSA, México.
- Juran, J.M. y Gryna, F. (1993). Manual de control de Calidad, Mc Graw Hill, Madrid.
- Gutiérrez Pulido, H.; De la Vara Salazar, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos; Mc Graw Hill: México
- Santaló, L. (1980). Probabilidad e inferencia estadística; Secretaría de la Organización de Estados Americanos. Washington.
- Spiegel, M.; Schiller, J.; Srinivasan, R. (2003) Probabilidad y Estadística Mc Graw

Hill: México.

- Walpole, R.; Myers, R.; Myers, S.; Ye, K. (2007) Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Pearson, Educación: México.
- Weimer, R. (2003) Estadística. Compañía Editorial Continental, S.A.: México.

### **Organización de las clases**

La asignatura es teórico-práctica, con una carga de 36 horas de actividades prácticas, distribuidas en clases de resolución de problemas y ejercicios con el uso de computadora.

**Clase expositiva:** Todos los temas son expuestos y explicados en clase utilizando pizarrón, presentaciones con diapositivas, videos, etc. Las clases se desarrollan en un ambiente tendiente a promover el diálogo y la formulación de preguntas a fin de favorecer la comprensión de los diferentes contenidos disciplinares. Se trata de proporcionar ejemplos de interés general o en relación con la Ingeniería en Alimentos.

**Clase de resolución de problemas y ejercicios:** El estudiantado resuelve problemas y ejercicios. En estas clases prácticas el equipo docente atiende consultas individuales o grupales vinculadas con las actividades propuestas. Se promueve la participación activa del estudiantado en un ambiente de discusión, favoreciendo la expresión escrita y oral.

Los recursos didácticos empleados en la asignatura son: pizarra o pizarrón, material digital multimedia, textos, aula virtual y computadoras.

### **Formas de evaluación y acreditación**

La modalidad de evaluación y aprobación se regirá según el Régimen de Estudios vigente. Las instancias evaluativas calificadas constan de dos parciales con sus correspondientes recuperatorios, los trabajos prácticos y un examen integrador (en caso de no promocionar).

### **Cronograma tentativo**

Clase	Tema	Tipo de actividad
1	U1: repaso Estadística TPN° 1- ANOVA para un factor	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
2	U2: Diagramas de Shewhart	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
3	U3: Diagramas p o de fracción disconforme TP N°2: DC para fracción disconforme de tamaño constante	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
4	U3: Diagramas p para tamaño muestral variable TP N°3: DC para fracción disconforme de tamaño variable	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
5	U3: Diagramas c o de control de disconformidades TP N° 4: DC para disconformidades y diagrama de Pareto	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
6	U4: Diagramas de Control de Variables x y R TP N°5: DC de medias y R	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
7	U4: Diagramas de Control de Variables x y S TP N° 6: DC de medias y S	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
8	Primer Parcial	Examen parcial escrito
9	U5: Hotelling T2 TP N°7 y 8: Hotelling para dos o más factores	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
10	Recuperatorio del Primer Parcial	Examen parcial escrito
11	U6: Muestreo para aceptación de lotes	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
12	U6: Muestreo para aceptación de lotes	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
13	U7: Operación evolutiva TP N°9: Análisis de una fase mediante Matlab	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
14	U7: Diseños factoriales	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades

15	U7: Optimización por superficies de respuesta TP N°10: modelos de regresión de primer y segundo orden	Clase expositiva / Resolución y discusión de actividades
16	Segundo Parcial	Examen escrito
17	Recuperatorio del Segundo Parcial	Examen escrito
18	Integrador	Examen escrito