



**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas

## UNIVERSIDAD DE CALDAS

### PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

Departamento que oferta: INGENIERÍA

Actividad académica: FISICOQUÍMICA DE ALIMENTOS

Código actividad académica: G8E0169

Número de créditos que otorga: 4

Versión del PIAA: 1

Número de acta: 17/2009

Fecha del acta: 12/10/2012

Horas teóricas	32	Horas prácticas	32
Horas no presenciales	128	Horas presenciales profesor	64
Horas inasistencia de reprobación	10	Cupos máximos	15
Habilitable	NO	Nota aprobatoria	35
Duración en semestres	1	Duración en semanas	10



Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
A 25-251, Cl. 64b #25-65,  
Manizales, Caldas

Teléfono: 6068781500  
Ext. 15661 y Ext. 15236  
(Decanatura)

[www.doctoradoagrarias.ucaldas.edu.co](http://www.doctoradoagrarias.ucaldas.edu.co)  
[doctorado.agrarias@ucaldas.edu.co](mailto:doctorado.agrarias@ucaldas.edu.co)



**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas

## JUSTIFICACIÓN

En el mundo de los alimentos el estado coloidal es muy frecuente (leche, yogurt, salsa de tomate, mayonesa, helados, alimentos formulados, etc.) y la estructura del mismo juega un papel fundamental en la definición de las propiedades características de los productos alimentarios y farmacéuticos. Las interacciones entre las partículas presentes determinan la estabilidad o inestabilidad del producto. El enfoque desde diferentes áreas del conocimiento: 1) Los fenómenos fisicoquímicos y termodinámicos asociados a las interacciones del agua en los alimentos 2) Las propiedades físicas de los alimentos 3) Las propiedades coloidales de los alimentos es muy importante en la formación desde el punto de vista científico para el estudiante de Maestría en Ciencias Farmacéuticas.

Fisicoquímica avanzada de alimentos es una asignatura teórica práctica que busca en los estudiantes profundizar en la capacidad de análisis de los sistemas alimentarios desde el punto de vista fisicoquímico y termodinámico y su correlación con las transiciones de fases, asociadas a sus propiedades texturales, reológicas y a la estabilidad, factores muy importantes en la formulación de productos; y así como también en el control de etapas de procesos usuales en la Industria alimentaria, como emulsificación, gelificación, deshidratación, congelación, etc.

## OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES:

Proporcionar en el estudiante una capacidad de análisis en los sistemas coloidales alimentarios con un enfoque estructural, fisicoquímico, termodinámico, molecular, cinético y hedónico-nutricional, en forma práctica y aplicada de los fenómenos asociados a las interacciones del agua en los alimentos, su procesado y almacenamiento. La influencia del agua, las transiciones de fases que conlleva variaciones importantes en las propiedades físicas y los fenómenos coloidales (superficiales y electrostáticos, adsorción, interacciones intermoleculares e interpartícula, análisis termodinámico y cinético de los sistemas, propiedades de hidrocoloides, etc.) son analizados en torno a la problemática de los alimentos, asociada a la estabilidad de estos.





## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Asimilar el concepto de la actividad de agua ( $a_w$ ) como propiedad termodinámica y su sentido físico en condición de equilibrio y su influencia de  $a_w$  en propiedades de los alimentos relacionadas con la estabilidad y calidad.
- Analizar las transiciones de fases en alimentos y su movilidad molecular.
- Analizar la naturaleza multifásica y coloidal de la mayoría de los alimentos, aspectos fisicoquímicos, termodinámicos, propiedades físicas (principalmente las propiedades reológicas o mecánicas relacionadas con la textura) y los aspectos cinéticos que controlan la estabilidad. Que permitan desarrollar en el estudiante criterios y mecanismos para el desarrollo de nuevos alimentos formulados.

## CONTENIDO

### INTERACCIONES DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS (10 T, 6 P).

Termodinámica del alimento y su entorno. Concepto de Actividad de agua ( $a_w$ ). • Condición de equilibrio en el sistema alimento-entorno. • Actividad de agua y coeficiente de actividad de agua • Factores que afectan la actividad de agua. • Influencia de la actividad de agua en otras propiedades del alimento. Predicción de la actividad de agua. • Ecuaciones de predicción en disoluciones binarias. • Ecuaciones de predicción en disoluciones multicomponentes. • Aplicaciones de las ecuaciones de predicción. • Taller 1. Medidas de la actividad de agua. • Métodos basados en la presión de vapor y/o de la Humedad relativa del aire en equilibrio con el alimento. • Métodos basados en las propiedades coligativas. • Métodos basados en la determinación del contenido de humedad si se tiene la isoterma de sorción. Isotermas de sorción • Concepto de Isoterma de sorción. • Modelos de adsorción B.E.T. y G.A.B. • Tipos de isotermas. • El fenómeno de Histéresis • Factores que influyen sobre las isotermas de sorción. Composición. Estado Físico. Temperatura. • Determinación de los datos de equilibrio y factores que influyen en



**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas



los datos de sorción. •Aplicaciones. Aspectos prácticos de las isothermas de sorción.  
•Determinación de datos de equilibrio •Factores experimentales que influyen en la  
determinación de los datos de sorción. •Aplicaciones de las isothermas de  
porción •Laboratorio 1

## **TRANSICIONES DE FASES**

2.1. Introducción a las transiciones de fases. 2.1.1 Caracterización del estado físico del  
material amorfo. 2.1.2

Energía de Gibbs de Fases. 2.1.3 Clasificación de las transiciones de Fases. 2.1.4 Efectos de  
la presión y la composición sobre la temperatura de transición vítrea. 2.1.5 Técnicas  
experimentales. 2.2. Diagrama de Estado. 2.2.1 Diagrama de fases en sistemas mono y  
multicomponentes. 2.2.2 Diagrama de estado de la fracción líquida de los alimentos. 2.2.3.  
Regla de las palancas. 2.2.4. Diagrama de estado de un alimento. 2.3.

Transiciones de fases de componentes en alimentos. 2.3.1 Termogramas y la velocidad de  
enfriamiento. 2.3.2

Transiciones de fases en lípidos. 2.3.3 Transiciones de fases en carbohidratos. 2.3.4

Transiciones, almidón y azúcares. 2.3.4 Transiciones de fases en proteínas. 2.3.5 Transición  
vítrea y formación de hielo en los alimentos. 2.3.6 Cambios en las propiedades físicas del  
sistema durante las transiciones vítrea. 2.4 Seminario.

Cada estudiante realizará un análisis crítico de las hipótesis utilizadas en investigaciones  
actualizadas en los dos temas tratados, además podrá formular sus propias hipótesis para  
crear un ambiente de discusión científico y así obtener conclusiones que pudieran  
complementar los artículos analizados.

## **SISTEMAS COLOIDALES EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA**

Estructura y estabilidad coloidal •Introducción. Definiciones y clasificación de los sistemas  
coloidales. •Estructura coloidal en alimentos. Tipos de estructuras coloidales. Clasificación  
de los sistemas coloidales. Observación microscópica de diferentes sistemas







**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas

coloidales. • Estabilidad coloidal. Termodinámica de la ruptura coloidal. Factores que determinan la estabilidad coloidal. • Coloides electrocráticos:  
Estabilización por carga. • Teoría de DLVO. • Laboratorio 2 Función de las macromoléculas en los sistemas coloidales (4 T). • Propiedades de las macromoléculas en disolución. Propiedades relacionadas con las interacciones segmento–segmento y segmento–solvente. Propiedades relacionadas con el tamaño molecular. Propiedades relacionadas con el nivel de concentración. Propiedades eléctricas de las macromoléculas. • Influencia de las macromoléculas en la estabilidad coloidal. Macromoléculas absorbibles en la interfase. Macromoléculas no absorbibles. Gelificación (4 T, 3 P). • Introducción. • La naturaleza del estado “GEL”. • Formación de Geles. Tipos de agregación. Gelificación por puntos de unión. Gelificación por asociación de cadenas. Gelificación en redes particuladas. Gelificación con separación de fases. • Mecanismos de Gelificación. • Sistemas gelificados mixtos. • Sinergismos e interacciones entre polímeros o macromoléculas. • Laboratorio 3 Actividad superficial. Coloides de asociación (4 T, 3 P). • Tensión superficial e interfacial. Angulo de contacto. • Medida de la tensión superficial e interfacial. Método de ascenso capilar. Método de la gota suspendida. Método de la placa de Wilhelmy. Método del volumen de gota. • Adsorción superficial desde la disolución. • Autoasociación de tensoactivos. • Concentración micelar crítica. • Emulsionantes alimentarios. • Laboratorio 4 Emulsiones. (4 T, 3 P). • Complejidad estructural y estabilidad de emulsiones alimentarias. Mecanismos de desestabilización. • Cremado. Cinética de cremado • Coalescencia. • Floculación. Interacción entre gotas de la emulsión. Teoría de la floculación pericinetica. • Maduración de ostwald. • Inversión de fases. • Formación de emulsiones. • Eficacia del emulsionante. • Laboratorio 5.





**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas



## METODOLOGÍA

### TALLER - LABORATORIOS DE FÍSICOQUÍMICA AVANZADA DE ALIMENTOS.

#### Taller 1. Predicción y medida de la actividad de agua.

El objetivo de esta práctica es conocer diferentes técnicas utilizadas en la medida experimental de la actividad del agua de un producto teniendo en cuenta las posibles causas de error, así como comparar los resultados experimentales con los obtenidos a partir de ecuaciones teóricas de predicción, que precisan el conocimiento de la composición del producto (ecuación de Norrish, etc.) o bien se basan en el descenso crioscópico (ecuación de Robinson y Stokes).

#### Laboratorio 1. Determinación de las isotermas de sorción.

El objetivo de la práctica es determinar la isoterma de sorción para una fruta deshidratada a partir de técnicas gravimétricas, basadas en el cálculo del contenido de humedad de la muestra después de que esta ha alcanzado el equilibrio con un aire de humedad relativa conocida. Se ajustarán los datos según los modelos de B.E.T y G.A.B.

#### Laboratorio 2. Análisis de la estructura coloidal de algunos alimentos.

El objetivo de la práctica es la identificación de las fases en diferentes sistemas coloidales (salsa de tomate, mayonesa, mantequilla, suspensión de gránulos de almidón y almidón pregelatinizado) y sus macrocomponentes, así como la naturaleza del material de interfase, utilizando técnicas de microscopía óptica. Además analizar diferentes micrografías obtenidas de la bibliografía.



### **Laboratorio 3.** Gelatinización y gelificación de almidón.

El objetivo de la práctica es analizar como afecta a los procesos de gelatinización y gelificación la concentración y el tipo de almidón, así como la influencia del medio acuoso (pH, concentración de solutos polares como la sacarosa y de ácido,...). Se determinará la temperatura de gelatinización y se compararán características ópticas y mecánicas en los diferentes sistemas.

### **Laboratorio 4.** Actividad superficial de tensoactivos.

El objetivo de la práctica es determinar la tensión superficial en disoluciones de diferentes concentraciones de tensoactivo, con y sin presencia de electrolitos (NaCl) y así determinar la concentración micelar crítica y la concentración de exceso en la interfase.

### **Laboratorio 5.** Estabilidad de emulsiones.

El objetivo de la práctica es determinar la estabilidad de emulsiones preparadas con diferentes mezclas de emulsionantes de diferente Balance Hidrófilo Lipófilo (BHL) total. Se utilizará el índice de estabilidad basado en determinaciones espectrofotométrías, y relacionado con el tamaño medio de gotas en la emulsión.

- Clases magistrales
- Plenarias y Seminarios
- Prácticas de laboratorio

### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

- Plenarias y seminarios (3) 75 %.
- Experimental 25 %
- La nota mínima aprobatoria será de tres con cinco (3.5)



**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- Barbosa-Canovas, G. y Gould, G. W.(1999). Food preservation technology. Technomic Publishing Company. Lancaster Pensilvania. 1999. •Becher, P (1990). Dictionary of Colloid and Surface Science. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. •Becher, P. (1983). Encyclopedia of Emulsion Technology (Vol. 1 a 3). Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. •Beckett, S.T. (1995). Physico-Chemical Aspects of Food Processing. Blackie Academic & Professional, Bishopbriggs, Glasgow. •Blashard, J.M.V.; Lillford, P. (1987). Food Structure and behavior. Academic Press. Londres, Orlando, San Diego, Nueva York, Austin, Boston, Sidney, Tokio, Toronto. •Chiralt, A.; Martínez-Navarrete, N. y Camacho, M.M.(1998). Laboratorio de Coloides en Alimentos. Servicio de Publicaciones de la UPV (SPUPV-98.4012). •Dickinson E.; Stainsby G. (1987). Progress in the formulation of food emulsions and foams. Food technology, September, 74-81 y 116. •Dickinson, E. (1992). An Introduction to Food Colloids. Oxford Science Publications. Oxford. •Dickinson, E.; Lorient, E. (1995). Food Macromolecules and Colloids. The Royal Soc. of Chemistry. Cambridge. •Dickinson, E.; McClements, D.J.(1982). Colloids in Foods. Elsevier Applied Science Publishers. LTD London. •Dickinson, E.; Stainsby, G. (1982). Colloids in Foods. Elsevier Applied Science Publishers.







**DCA**  
DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGRARIAS  
Universidad de Caldas

LTD London. •Dickinson, E.; Stainsby, G. (1988). Advances in Food Emulsions and Foams. Elsevier Applied Science Publishers. LTD Londres. •Dickinson, E.; Stainsby, G. (1996). Advances in Food Colloids. Blackie Academic & Professional. Glasgow. •FELLOWS, P. Tecnología del procesamiento de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. 1994. •Fennema, O. (2000). Química de los Alimentos. Editorial Acribia. 2ª edición. Zaragoza (España). •FENNEMA, O. R., KAREL, M. Principles of Food Science. Part II. Physical principles of food preservation. Ed. Owen R. Fennema. New York. 1990:

PIAA G8E0169 V-1 página 6 de 6



Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
A 25-251, Cl. 64b #25-65,  
Manizales, Caldas

Teléfono: 6068781500  
Ext. 15661 y Ext. 15236  
(Decanatura)

[www.doctoradoagrarias.ucaldas.edu.co](http://www.doctoradoagrarias.ucaldas.edu.co)  
[doctorado.agrarias@ucaldas.edu.co](mailto:doctorado.agrarias@ucaldas.edu.co)