

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO DE DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOTICOS

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN
DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS**

MEMORIA DEL SEMINARIO B2008

Yautepec, Morelos

Noviembre 2008

DOCTORADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS

SEMINARIO B2008

Jueves 27 de noviembre de 2008

SEMINARIO I

Moderadores: Dra. Gabriela Trejo Tapia y Dr. René Arzuffi Barrera

- 9:00-9:30 **Rubí Guadalupe Utrilla Coello.** Desarrollo de alimentos funcionales con bajo contenido de carbohidratos digeribles
Director: Dr. Luis Arturo Bello Pérez
- 9:30-10:00 **Margarita de Lorena Ramos García.** Evaluación de recubrimientos biodegradables en el control de microorganismos patógenos y atributos de calidad en productos hortofrutícolas
Consejera: Dra. Silvia Bautista Baños
- 10:00-10:30 **Maribel Ovando Martínez.** Caracterización química, fisicoquímica, estructural y de digestibilidad de almidón de dos variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*)
Directoras: Dra. Rosalía González Soto y Dra. Edith Agama Acevedo
- 10:30-10:45 RECESO
- 10:45-11:15 **Yenny Adriana Gómez Aguirre.** Identificación estructural de iridoides mayoritarios en cultivos *in vitro* de raíces de *Castilleja tenuiflora* Benth. (Scrophulariaceae)
Directores: Dra. Gabriela Trejo Tapia y Dr. Alejandro Zamilpa Alvarez (CIBIS-IMSS)
- 11:15-11:45 **Vicente Espinosa Solis.** Propiedades de digestión de almidones nativos y modificados químicamente de plátano y mango
Director: Dr. Luis Arturo Bello Pérez
- 11:45-12:15 **Carolina Estefanía Chávez Murrillo.** Caracterización fisicoquímica, estructural y de textura del almidón de variedades de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas en México
Director: Dr. Luis Arturo Bello Pérez
- 12:15-12:30 RECESO

SEMINARIO III

Moderador: Dr. Javier Solorza Feria

- 12:30-13:00 **Susana Valencia Díaz.** Evidencia experimental de actividad alelopática en la relación hospedero-epífita: el caso de *Ipomoea murucoides*-*Tillandsia* spp.
Directores: Dr. Antonio Jiménez Aparicio y Dra. Elsa Ventura Zapata

- 13:00-13:30 **Norma Leticia Martínez Mata.** Actividad citotóxica y antioxidante de fitoextractos de *K. daigremontiana* R. y *K. tubiflora* Harvey
Directores: Dr. Antonio Jiménez Aparicio y Dra. María Luisa Villarreal Ortega (CEIB-UAEM)
- 13:30-14:00 **Rosa Elena Espinosa Mendoza.** Caracterización morfológica del grano de arroz en diferentes etapas de maduración mediante análisis digital de imágenes
Directores: Dr. Antonio Jiménez Aparicio y Dra. Alma Angélica del Villar Martínez
- 14:00-14:30 **Jacqueline Capataz Tafur.** Participación de las AGPs en el crecimiento celular de *Beta vulgaris* L.
Directoras: Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez y Dra. Gabriela Trejo Tapia

Martes 9 de diciembre de 2008

SEMINARIO IV

Moderadora: Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez

- 15:00-15:40 **Fernando Orozco Sánchez.** Efecto de la velocidad de transferencia de oxígeno en cultivos de células de *Azadiractha indica*
Director: Dr. Mario Rodríguez Monroy

Desarrollo de alimentos funcionales con bajo contenido de carbohidratos digeribles

Rubí Guadalupe Utrilla Coello

Los alimentos funcionales son aquellos que además de sus efectos nutricionales, presentan beneficios demostrados por una o más funciones del organismo humano, mejorando el estado de salud o reduciendo el riesgo de enfermedades. Ejemplos básicos de estos alimentos funcionales son los cereales integrales, no sólo por su alto contenido en fibra, sino porque además presentan compuestos bioactivos como fenoles y flavonoides, como es el caso de maíz azul, los cuales según estudios epidemiológicos han indicado que su consumo está asociado con la reducción del riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas. En cuanto a frutos, el plátano en estado inmaduro es un de las principales fuentes de almidón resistente, el cual, junto a la fibra dietética van promover efectos fisiológicos benéficos que ayudan a prevenir enfermedades como sobrepeso, obesidad, diabetes, cáncer, entre otras. La importancia de la fibra dietética en los alimentos ha conducido al desarrollo de un gran mercado potencial de productos con alto contenido de fibra, por lo que, en los últimos años hay una tendencia a encontrar nuevas fuentes de fibra dietética que puedan ser utilizadas como ingredientes en la industria alimentaria. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es desarrollar dos alimentos funcionales con bajo contenido de carbohidratos digeribles. Se elaboraran dos alimentos funcionales a partir de cereales integrales (cebada, avena, trigo y maíz azul) y harina de plátano inmaduro bajo dos diferentes procesos de elaboración. A los productos elaborados se les determinará su contenido químico proximal, la digestibilidad de carbohidratos in vitro, fracción indigerible soluble e insoluble, capacidad de antioxidante, análisis sensorial, así como el efecto de la fibra sobre el metabolismo de lípidos y carbohidratos en un sistema vivo.

Evaluación de recubrimientos biodegradables en el control de microorganismos patógenos y atributos de calidad en productos hortofrutícolas

Margarita de Lorena Ramos García

Durante el manejo postcosecha de productos hortofrutícolas se pueden estimar pérdidas hasta del 40% del total cosechado, las razones que generan estas pérdidas por lo general son la sobremaduración de los frutos, daño por enfermedades o mal manejo. Para lograr productos de alta calidad es necesario poner en práctica métodos de conservación de bajo impacto sobre el alimento. Una alternativa viable para la conservación de frutas y hortalizas frescas es la utilización de recubrimientos comestibles, los cuales debido a sus propiedades de barrera al agua y gases conservan las propiedades organolépticas y nutricionales además evitan el desarrollo y la proliferación de microorganismos patógenos. Debido a que se elaboran con componentes naturales son biodegradables por lo tanto no dañan al medio ambiente. El objetivo de este trabajo es evaluar recubrimientos biodegradables en el control de microorganismos patógenos y aspectos de calidad en frutos de jitomate. El experimento se llevará a cabo en el laboratorio de Fitopatología postcosecha y se utilizara un recubrimiento elaborado a base de goma de mezquite y biopolímeros (almidón, goma guar y pectina de bajo metoxilo) adicionados con diferentes concentraciones de quitosano. Los recubrimientos serán aplicados a frutos de jitomate frescos y se almacenaran durante 10 días a temperatura ambiente y controlada o hasta ser evaluados. Las variables son el porcentaje de infección, frecuencia, contenido de humedad, perdida de peso, firmeza, SST, acidez titulable y color. La investigación que se pretende realizar tiene como finalidad elaborar un recubrimiento biodegradable que tenga las propiedades de barrera, mecánicas y antimicrobiales necesarias para conservar y prolongar la vida de anaquel de frutos de jitomate, y reducir el riesgo de incidencia de enfermedades microbianas, conservando las propiedades físicas, químicas y organolépticas del producto.

Caracterización química, fisicoquímica, estructural y de digestibilidad de almidón de dos variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*)

Maribel Ovando Martínez

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es llamado la carne de los pobres por su alto contenido de proteínas. Esta leguminosa presenta un alto contenido de carbohidratos, siendo el componente mayoritario el almidón. Los carbohidratos de acuerdo a su biodisponibilidad en el tracto gastrointestinal, se clasifican en carbohidratos glucémicos y no glucémicos. La ingesta de carbohidratos glucémicos está asociada con una respuesta glucémica alta, lo que ha sido relacionado con enfermedades como obesidad y diabetes entre otras. Mientras que los carbohidratos no glucémicos, al ser ingeridos llegan al colon y son fermentados por las bacterias colonicas, generando ácidos grasos de cadena corta. Se ha reportado que el frijol presenta un alto contenido carbohidratos no glucémicos como el almidón resistente y fibra dietética. Este tipo de carbohidratos disminuyen los niveles de glucosa en el plasma sanguíneo y prolongan la saciedad, por lo que su consumo se ha asociado con la prevención de enfermedades crónico degenerativas. A nivel internacional, hay pocos estudios sobre como la localidad de siembra y tipo de cultivo afectan la digestibilidad *in vitro* del almidón de frijol; mientras que en México no los hay. El objetivo del trabajo es determinar la digestibilidad *in vitro* del almidón presente en harina de frijol y sus características fisicoquímicas y estructurales, con la finalidad de buscar una semilla de frijol que bajo ciertas condiciones de cultivo presente mayor contenido de carbohidratos no digeribles. Se analizarán dos variedades de frijol provenientes de dos tipos de cultivo y dos localidades de siembra. A la harina de frijol crudo y cocido se les determinará la composición química proximal. Posteriormente, a la harina de frijol cocido se le evaluará la digestibilidad *in vitro* del almidón presente en la harina. Finalmente, se aislará el almidón de frijol, al cual se le determinarán sus propiedades fisicoquímicas y estructurales.

Identificación estructural de iridoides mayoritarios en cultivos *in vitro* de raíces de *Castilleja tenuiflora* Benth. (Scrophulariaceae)

Yenny Adriana Gómez Aguirre

Los iridoides son compuestos ciclopentapiránicos con estructuras heterosídicas abiertas (secoiridoides) o cerradas (iridoides), derivados del isopreno y que se encuentran en un número reducido de especies vegetales. Están asociados a propiedades biológicas como antitumoral, citotóxica, inmunoestimulante o antioxidante. Por ejemplo, los iridoides aucubina y genipósido presentan actividad citotóxica. El análisis químico de plantas silvestres de *Castilleja tenuiflora* Benth. (Scrophulariaceae) mediante cromatografía en capa fina, HPLC y RMN de ^{13}C e ^1H mostró que tanto en la parte aérea como en la raíz, se acumulan los iridoides aucubina y bartsiosido. Los cultivos de tejidos *in vitro*, por su grado de especialización y organización celular pueden sintetizar y/o acumular estos metabolitos secundarios, representando una alternativa a la extracción directa de la planta. Previamente, en cultivos de raíces *in vitro* de *C. tenuiflora* se encontró aucubina y otros iridoides no identificados aún. Por lo tanto, el objetivo general de la presente propuesta es identificar la estructura química de los iridoides mayoritarios en cultivos de raíces *in vitro* de *C. tenuiflora*. En específico, se establecerán cultivos de raíces *in vitro* en luz y oscuridad, manipulando auxinas y medio de cultivo. Primero, se inducirá raíz a partir de explantes de hojas, en medio B5, fitoagar y ácido naftalenacético (ANA); posteriormente, segmentos de raíces se transferirán a medio líquido sin fitorreguladores. Se cultivarán con dos auxinas (ácido 3-indolacético y ANA) y dos medios de cultivo (SH y B5); el cultivo que acumule iridoides, presente mayor índice de crecimiento y menor oxidación se seleccionará para caracterizar cinéticamente su crecimiento y contenido de iridoides mayoritarios (extractos metanólicos). Se establecerán las condiciones para aislar, purificar e identificar los iridoides mayoritarios acumulados en los cultivos *in vitro* mediante métodos cromatográficos y espectroscópicos. Finalmente, se comparará el contenido de los iridoides mayoritarios en los cultivos *in vitro* y la raíz silvestre.

Propiedades de digestión de almidones nativos y modificados químicamente de plátano y mango

Vicente Espinosa Solis

El almidón es una fuente de energía para muchos organismos incluyendo al hombre. Este polisacárido es la fracción mayoritaria en cereales, leguminosas, tubérculos y frutos verdes, se extrae y utiliza como ingrediente en muchos alimentos. Actualmente se buscan ingredientes nutraceuticos, que ayudan a impartir diferente funcionalidad, proporcionando un efecto benéfico a la salud. La calidad nutricional del almidón depende del estado en que se encuentra después de ser procesado. Las propiedades fisiológicas del almidón de mayor interés son el tiempo de digestión y la liberación de glucosa. Uno de los métodos más utilizados para el análisis de estas propiedades fue publicado por Englyst *et al.* (1992), el cual simula la digestión enzimática *in vivo* del almidón, en donde se han definido 3 fracciones de almidón: el almidón de rápida digestión (ARD), cantidad de glucosa liberada después de 20 min de hidrólisis; almidón de lenta digestión (ALD), cantidad de glucosa liberada entre los 20 y 120 min de hidrólisis y el almidón resistente (AR), diferencia entre el almidón total y la cantidad de glucosa liberada después de 120 min de hidrólisis. El ALD, ofrece la ventaja de un lento incremento de los niveles de glucosa postprandial y mantiene estables los niveles de glucosa sobre un periodo de tiempo, comparado con el ARD. Es por ello que es más deseable tener alimentos con mayor proporción de ALD, una de las estrategias para lograrlo es la modificación química. Este trabajo analizará el efecto que tiene la hidrólisis acida del almidón de plátano y mango sobre sus propiedades de digestión, se estudiará los cambios estructurales sufridos en estos almidones, mediante técnicas cromatográficas, los cambios en la morfología de los productos obtenidos y las propiedades fisicoquímicas de los mismos. Con dicho estudio se espera obtener un producto nutraceutico rico en almidón de lenta digestión.

Caracterización fisicoquímica, estructural y de textura del almidón de variedades de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas en México

Carolina Estefanía Chávez Murillo

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos líderes en el mundo y la principal fuente alimenticia para más de la mitad de la población mundial. El cultivo de arroz en nuestro país, en cuanto a consumo, ocupa el cuarto lugar (per cápita 5.2 kg) después del maíz, trigo y frijol, siendo parte importante de la dieta básica de la población mexicana. La calidad del arroz es determinada por sus características químicas, físicas y por las que presenta al ser cocinado y consumido, dado que el arroz se consume como grano entero, aproximadamente el 90% de su constitución es almidón (base seca). El almidón es un biopolímero compuesto por dos macromoléculas: amilosa (lineal) y amilopectina (ramificada), las cuales definen las propiedades físicas y de cocción del arroz interactuando con el resto de los componentes del endospermo de arroz. Por años, el contenido de amilosa ha sido usado para predecir la calidad del arroz cocido, los granos de arroz con alto contenido de amilosa (>24%) son usualmente firmes, secos y no adhesivos, mientras que los de bajo contenido de amilosa (10-19%) son más adhesivos, húmedos y suaves. Por otro lado la pegajosidad es atribuida a la amilopectina, cuya estructura es categorizada dependiendo de la longitud de sus ramificaciones, las cuales también influyen en la temperatura de gelatinización del almidón, las propiedades de empastado y en la dureza del arroz cocido. En México los estudios del almidón de arroz son prácticamente nulos. Por lo tanto, comenzar a investigar al arroz en relación con su componente mayoritario, el almidón, contribuirá a generar conocimiento básico de la situación de las variedades desarrolladas y mejoradas en nuestro país, lo cual nos ayudará a explicar su comportamiento al ser cocidas y por lo tanto poder elegir aquellas con mejores características para ser utilizadas.

Evidencia experimental de actividad alelopática en la relación hospedero-epífita: el caso de *Ipomoea murucoides*-*Tillandsia* spp.

Susana Valencia Díaz

La alelopatía se refiere a las interacciones planta-planta que están mediadas por la liberación de metabolitos secundarios al ambiente. Las alelopatías han sido muy estudiadas en ambientes terrestres pero hay poca información en plantas epífitas. Teóricamente, todos los árboles son hospederos potenciales de epífitas; sin embargo, existen especies de árboles con poca abundancia o carentes de ellas, aún teniendo fuentes cercanas de semillas. En este sentido, podrían existir aleloquímicos en la corteza de algunas especies de árboles que inhiban la germinación de epífitas. La evidencia ecológica señala que en el bosque tropical caducifolio de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos, el árbol *Ipomoea murucoides* tiene una menor abundancia de plantas epífitas y podrían tener sustancias alelopáticas en la corteza. El objetivo de este trabajo es establecer si la corteza de *I. murucoides* tiene un efecto alelopático sobre la germinación de las bromelias epífitas *Tillandsia recurvata* y *T. caput-medusae*. Se obtuvieron extractos de diferente polaridad: hexánico, diclorometánico y metanólico (HEX>DCM>MET) de la corteza de *I. murucoides* y se evaluó su efecto sobre la germinación de semillas de ambas bromelias. De los extractos que tuvieron efecto inhibitorio se realizó un estudio fitoquímico preliminar para fenoles y flavonoides totales. Se relacionó el contenido fitoquímico de los extractos con el porcentaje de inhibición de la germinación de ambas especies de bromelias. DCM y MET redujeron significativamente la germinación de semillas de *T. recurvata*, mientras que en *T. caput-medusae* sólo MET tuvo efecto. Hubo mayor concentración de fenoles que de flavonoides en MET, lo que podría estar relacionado con la actividad alelopática mostrada; no obstante, hace falta un mayor número de estudios en este sentido. Este es el primer trabajo que demuestra que los hospederos vacíos de epífitas tienen sustancias que reducen la germinación de bromelias epífitas.

Actividad citotóxica y antioxidante de fitoextractos de *K. daigremontiana* R. y *K. tubiflora* Harvey

Norma Leticia Martínez Mata

El cáncer es la primera causa de mortalidad a nivel mundial; es ocasionado entre otras cosas por radicales libres que generan cambios oxidativos sobre biomoléculas. Una alternativa de tratamiento es a través de fitofármacos. En este sentido especies como *Kalanchoe daigremontiana* Ryhan (“Aranto”) y *K. tubiflora* Harvey (“Madre de miles”) se utilizan tradicionalmente para el tratamiento de ésta enfermedad; sin embargo no hay evidencias científicas que demuestren su probable efecto citotóxico y antioxidante. En este trabajo se evaluaron ambos efectos a través de estudios biodirigidos de citotoxicidad con sulfurodamina B, y como antioxidante mediante un método espectrofotométrico del DPPH (2,2-difenil-1-picrylhydrazyl). Para citotoxicidad se utilizaron cuatro líneas de células de cáncer: Hep (laringe), Kb (nasofaringe), MCF-7 (mama) y PC-3 (próstata) en las que se probaron 16 fitoextractos de hojas frescas y secas maceradas con hexano (HX), cloroformo (CLO) y metanol (MET). Se calculó la concentración de fitoextracto necesario para disminuir 50% la población celular (CI_{50}) mediante la tinción celular con la sulfurodamina B ($\lambda = 490$ nm); mientras que el efecto antioxidante de los fitoextractos se determinó por la decoloración del DPPH a una $\lambda = 517$ nm, evaluándose la EC_{50} (concentración de extracto necesaria para decolorar el 50% del DPPH). Los fitoextractos con mayor actividad citotóxica fueron CLO y MET provenientes de material seco de *K. tubiflora* con una $CI_{50} < 1$ $\mu\text{g/ml}$ (sensibilidad: Hep > Kb > MCF-7), mientras que *K. daigremontiana* fue MET en material fresco ($CI_{50} < 1.5$ $\mu\text{g/ml}$), siendo más sensible Kb, seguida de Hep y MCF-7. El efecto antioxidante fue evidente con MET de *K. tubiflora* (material seco) resultando estadísticamente igual (ANOVA- Dunett, a un nivel de significancia de $p \leq 0.001$) al antioxidante sintético “Trolox” (control); los fitoextractos de CLO tuvieron un menor efecto, mientras que HX no presentó efecto antioxidante estadísticamente significativo.

Caracterización morfológica del grano de arroz en diferentes etapas de maduración mediante análisis digital de imágenes

Rosa Elena Espinosa Mendoza

El arroz juega un papel preponderante en la alimentación de la población mundial; la escalada de precios a nivel internacional y su uso para generar biocombustibles han traído como consecuencia un serio desabasto en diversos países. En México la situación es más compleja ya que se comercializan productos de calidad inferior, particularmente, haciendo alusión al arroz que se siembra en el Estado de Morelos. Esta situación hace necesaria una protección legal que delimite la región de origen del arroz que ostenta la calidad Morelos. Para ello, se requiere establecer una descripción morfo estructural del grano con el objeto de establecer diferencias distintivas únicas. En este trabajo se llevó a cabo la caracterización morfo estructural del grano de arroz variedad Mor A-98. En cortes transversales del grano, en cinco etapas de maduración fisiológica (7, 14, 21, 28 y 35 días después de anthesis DAF) y cuatro posiciones en la panícula, se evaluaron cinco descriptores dimensionales para el crecimiento (perímetro, área, diámetro de Feret, longitud máxima y longitud mínima) y tres adimensionales (factores de forma, compacidad y elíptico), tanto para las brácteas, como para el llenado (endospermo). Se utilizó microscopía óptica complementada con técnicas de tratamiento de imágenes digitales (TDI). Los principales resultados mostraron que prácticamente no hubo cambios significativos (Kruskal-Wallis, $P < 0.05$) en las dimensiones de las brácteas durante el llenado. Sin embargo, en los descriptores de crecimiento en los días 7, 14 y 21 de llenado, así como en las diferentes posiciones de la panícula se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) mismas que fueron disminuyendo al transcurrir el llenado y no habiéndolas en los días 28 y 35. De manera preliminar es posible concluir que la morfometría de las brácteas probablemente sea un factor genotípico, mientras que el llenado del endospermo posiblemente sea afectado, además por las condiciones ambientales.

Participación de las AGPs en el crecimiento celular de *Beta vulgaris* L.

Jacqueline Capataz Tafur

Las arabinogalactano proteínas (AGPs) se relacionan con el crecimiento y la diferenciación de las células vegetales. En los cultivos de *Beta vulgaris* L, las AGPs se acumulan en el medio extracelular y son un modelo experimental para conocer los mecanismos por los que estas glicoproteínas se relacionan con el crecimiento celular. En este proyecto, se evaluó el efecto de modular el crecimiento celular mediante la manipulación de la concentración inicial de sacarosa (15, 30, y 45 g.L⁻¹) sobre las AGPs secretadas en las suspensiones celulares de *B. vulgaris*. A 15 g.L⁻¹ de sacarosa, los cultivos alcanzaron un crecimiento máximo de 10.33 g.L⁻¹. En contraste, a 30 g.L⁻¹ y a 45 g.L⁻¹ de sacarosa, la máxima biomasa fue de 15.97 g.L⁻¹ y de 23.68 g.L⁻¹, para cada una. Los máximos de AGPs secretadas fueron de 13.49, 59.12 and 67.80 mg L⁻¹ con 15, 30 y 45 g.L⁻¹ de sacarosa, respectivamente. Por otra parte, en cultivos donde en el día 7 se restauró, la concentración de sacarosa hasta 30 g.L⁻¹ se observó que los cultivos incrementaron su crecimiento celular y la secreción de AGPs. Estos resultados indican que al modular el crecimiento celular también se modula la secreción de AGPs. De los cultivos con 30 g.L⁻¹ de sacarosa, las proteínas secretadas fueron separadas por cromatografía de interacción hidrofóbica en tres fracciones (F1, F2 y F3). Las fracciones 2 y 3 mostraron una relación de 9:1 de carbohidrato: proteína y fueron positivas para AGPs. Por electroforesis cruzada, las proteínas de las fracciones 2 y 3 tuvieron un Rf de 0.19 y de 0.33. Las actividades futuras están encaminadas a probar el efecto de las AGPs de F2 y F3 y sus hidrolizados en el crecimiento celular.

Efecto de la velocidad de transferencia de oxígeno en cultivos de células de *Azadiractha indica*

Fernando Orozco Sánchez

Las plantas producen metabolitos secundarios con aplicaciones en las industrias, los cuales pueden obtenerse mediante técnicas biotecnológicas. Sin embargo, el metabolismo primario y secundario de las plantas puede ser afectado por la concentración de oxígeno. En cultivos de células vegetales se ha estudiado el efecto de algunas variables de proceso relacionadas con la disponibilidad de oxígeno (como flujo de aire, k_La , tensión de oxígeno) sobre el crecimiento y la producción de metabolitos, pero no el efecto de la oferta de oxígeno (oxygen transfer rate, OTR) y su relación con la demanda de oxígeno por parte de las células (oxygen uptake rate, OUR). En esta trabajo se evaluó el efecto de la OTR a nivel de matraz y biorreactor, sobre el crecimiento de células de *Azadiractha indica* y la producción de azadiractinas (compuestos con actividad insecticida). La OTR en matraz se varió con el tipo de tapón: aluminio, algodón y espuma de silicona (0.08, 0.58 y 1.04 $\text{kgO}_2\text{m}^{-3}\text{día}^{-1}$ respectivamente), mientras que en un biorreactor de tanque agitado, se definieron tres condiciones variando el tipo de difusor y la concentración de oxígeno del gas de entrada (0.92, 1.70 y 6.21 $\text{kgO}_2\text{m}^{-3}\text{día}^{-1}$). Se observó que una OTR limitada (0.08 $\text{kgO}_2\text{m}^{-3}\text{día}^{-1}$) ocasiona una pérdida de viabilidad celular y disminución del pH, sugiriendo que bajo estas condiciones las células no cubren la demanda de oxígeno y se presenta un fenómeno de anoxia. Sólo en el intervalo de OTR de 0.58 a 1.04 $\text{kgO}_2\text{m}^{-3}\text{día}^{-1}$ las células lograron índices de crecimiento (IC) entre 0.9 y 3.4, ya que con OTR 1.70 y 6.21 $\text{kgO}_2\text{m}^{-3}\text{día}^{-1}$ hubo un bajo crecimiento (IC de 0.3 a 0.9). La producción de azadiractinas y la OUR se incrementaron con el aumento de la OTR, sugiriendo que una condición de estrés por exceso de oxígeno pudiera favorecer la producción de azadiractinas.