

Artículo especial

Guía de práctica clínica para toma de muestra de gases en sangre en México

Juan Carlos Contreras Perea^a, Arturo Galindo Fraga^b, Martha Asunción Huertas Jiménez^c, Aurora Muñoz Pedraza^d, Juan Miguel Terán Soto^e.

^aInstituto Nacional de Cancerología, Ciudad de México, México; ^bEpidemiología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", Ciudad de México, México; ^cInstituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", Ciudad de México, México; ^dCruz Roja, Ciudad de Puebla, Puebla; ^eHospital Civil Xalapa, Veracruz.

Autor para correspondencia: Arturo Galindo Fraga, Epidemiología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga # 15, Belisario Domínguez Secc. 16, Alcaldía Tlalpan, CP 14080, Ciudad de México, México. Número telefónico: 55 5487-0900, ext. 7902; e-mail: arturo.galindof@incmnsz.mx



[©]Creative Commons

Cita: Contreras Perea JC, Galindo Fraga A, Huertas Jiménez MA, Muñoz Pedraza A, Terán Soto JM. Guía de práctica clínica para toma de muestra de gases en sangre en México. Lat Am J Clin Sci Med Technol. 2022 July; 4: 121-133.

Recibido: 23 de mayo, 2022

Aceptado: 1 de julio, 2022

Publicado: 21 de julio, 2022

DOI: Número

RESUMEN

Con el objetivo de promover la calidad preanalítica de la muestra para el análisis de gases en sangre y estandarizar el protocolo de toma de muestra, transporte y su conservación, un grupo multidisciplinario de expertos desarrolló la *Guía de práctica clínica para toma de muestra de gases en México*. Ésta incluye recomendaciones para la solicitud, identificación y preparación del paciente, indicaciones y contraindicaciones de la toma de muestra, selección del tipo de toma, sitio anatómico, uso y selección del material adecuado para la recolección de muestra, toma de muestras en quirófano, complicaciones, manejo y transporte de muestras, así como criterios de rechazo de la muestra.

Palabras clave: análisis de los gases de la sangre, punción, sangre, arteria, vena, capilares, guías

ABSTRACT

In order to promote preanalytic blood gas sample quality and to standardize sample collection, transport, and preservation protocols, a multidisciplinary experts group developed *Guía de práctica clínica para toma de muestra de gases en México* (Clinical practice guidelines for blood gas sample collection in Mexico). It includes recommendations for request, identification and patient's preparation, sampling indications, contraindications, simple type selection, anatomical site, use and selection of the optimal sampling materials, operating room sampling, complications, handling, transport, and simple rejection criteria.

Keywords: blood gas analysis, puncture, blood, arteries, veins, capillaries, guideline

INTRODUCCIÓN

La fase preanalítica del análisis de gases en sangre repercute significativamente en la obtención de resultados; por lo tanto, el objetivo principal debe ser preservar la

calidad de los valores in vivo de pH, pCO₂ y pO₂ para que los resultados medidos reflejen con mayor precisión el estado ácido-base y oxigenación real del paciente.

REFERENCIAS

1. Cid-Juárez S, Miguel-Reyes JL, Cortés-Téllez A, Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero UJ, Silva Cerón M, et al. Prueba cardiopulmonar de ejercicio. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax*. 2015;74(3):207-21.
2. Lian SN, Tang S, Li XD, Zu PJ, Ge BI, Zou G, et al. Comparative study of application effect of BD preset syringe and regular syringe in arterial blood collection in standardized nursing process. *Chinese J Pr Nurs*. 2012;28:74-6.
3. Gao M, Wang Y, Wang J, Zeng F, Yang Q, Ren X. Cost-benefit analysis: A comparison between preset artery blood samplers and disposable syringes in arterial blood sampling. *Value Health*. 2016;19(7):A704. Available from URL: [https://www.valueinhealthjournal.com/article/S1098-3015\(16\)33419-2/pdf](https://www.valueinhealthjournal.com/article/S1098-3015(16)33419-2/pdf)
4. Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC clinical practice guideline: Blood gas analysis and hemoximetry: 2013. *Respir Care*. 2013;58(10):1694-1703.

En este documento se hará referencia a la toma de muestra en distintos tipos de pacientes, de acuerdo con su condición clínica y área de atención hospitalaria; igualmente, hará recomendaciones para la fase preanalítica que abarca los siguientes puntos¹⁻³:

1. Solicitud de la prueba
2. Identificación del paciente y de la muestra
3. Preparación del paciente
4. Indicaciones para realizar la toma de muestra
5. Contraindicaciones y limitaciones de la prueba
6. Selección del tipo de muestra (arterial, venosa y/o ca pilar)
7. Identificación del sitio anatómico para la toma de muestra
 - a. Toma de muestra por punción (arterial y venosa)
 - b. Toma de muestra por accesos vasculares (catéter venoso central [CVC] y línea arterial)
 - c. Toma de muestra por capilaridad
8. Proceso para el uso y selección del material adecuado para la recolección de muestra
9. Registro de signos vitales (temperatura, fracción inspirada de oxígeno [FiO₂], tipo de ventilación)
 - a. Tablas de equivalentes de L/min y FiO₂
10. Consideraciones especiales para toma de muestras en quirófano
11. Complicaciones de la toma de muestra de gases arteriales
12. Manejo y transporte de muestras
 - a. Efecto del tiempo entre muestreo y análisis.
 - b. Temperatura de la muestra durante el transporte.
 - c. Método de transporte.
13. Criterios de rechazo de muestra de sangre para determinación de gases

Personal requerido

Se recomienda que la toma de muestra de gases en sangre sea realizada por personal capacitado en el área de la salud, con un grado mínimo de licenciatura o que se encuentre cursando los últimos grados de ésta; es decir, que sea competente para tomar muestra de sangre para determinación de gases.⁴

Objetivo

El objetivo de esta guía es estandarizar el protocolo de toma de muestra, transporte y conservación para determinación de gases, de manera segura y confiable para el paciente y el personal de salud que esté involucrado en el procedimiento (médicos, enfermería, inhaloterapeutas, químicos y personal de laboratorio). La finalidad es proporcionar al personal relacionado una guía completa para su consulta, auxilio y aplicación de este proceso.

Alcance

Todo el personal de salud calificado y entrenado para la toma, conservación y transporte de muestra de sangre para determinación de gases en pacientes ambulatorios u hospitalizados en el sector público o privado de cualquier institución y nivel de servicio de salud y/o auxiliar en el diagnóstico por laboratorio.

Justificación

En el desarrollo de esta prueba clínica intervienen varias fases:

- preanalítica,
- analítica y
- postanalítica.

Cada una de ellas presenta factores que afectan la calidad de los resultados. En la fase preanalítica existe mayor probabilidad de generar errores en la prueba; sin embargo, es la menos estudiada.

En América Latina existen grandes variantes entre las técnicas de toma, conservación y transporte de las muestras de sangre para determinación de gases porque las guías actuales se encuentran publicadas en idiomas distintos al español y porque la disponibilidad de dispositivos es diferente en cada país. Ello hace que sea más difícil implementar la estandarización de procedimientos.

Metodología

Un grupo multidisciplinario y representativo de patología clínica, enfermería, microbiología, química, análisis clínico, investigación en salud, pediatría, maternidad, epidemiología, calidad de atención médica, tamiz, uroanálisis y metabolismo fue distribuido en equipos de trabajo, según los diferentes temas de la guía.

Se realizaron búsquedas bibliográficas sistemáticas para cada tema y los autores las analizaron.

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SANGRE PARA DETERMINACIÓN DE GASES

Solicitud de la prueba

La solicitud debe estar completa; los datos siguientes deben ser claros y legibles^{5,7}:

- Nombre completo del paciente (nombre(s), apellido paterno, apellido materno)
- Fecha de nacimiento y edad del paciente
- Sexo
- Diagnóstico
- Tipo de prueba a realizar (arterial, venosa y/o capilar)
- Nombre completo, firma y cédula del profesional de la salud que solicita la prueba
- Procedencia del paciente (externo u hospitalizado)
- La solicitud no debe tener tachaduras o enmendaduras

Identificación del paciente y de la muestra

- Identificar al paciente con⁶:
- Nombre completo (nombre(s), apellido paterno, apellido materno)
- Fecha de nacimiento
- Sexo
- Si es paciente externo, identificación oficial (RFC)
- Pulsera de identificación (paciente hospitalizado)

Identificar la muestra con un membrete que contenga la siguiente información^{5,6}:

- Nombre completo del paciente
- Fecha de nacimiento y edad
- Fecha y hora de toma de la muestra
- FiO_2 y temperatura del paciente
- Nombre de quien realiza la recolección de la muestra

Preparación del paciente

Para esta prueba, la preparación del paciente es de gran importancia debido a que la punción que se realiza para la obtención de la muestra arterial, venosa y/o capilar se considera un procedimiento invasivo, por lo que es fundamental identificar al paciente, presentarse y explicarle el procedimiento que se va a realizar.⁶

Indicaciones y contraindicaciones para realizar la toma de muestra⁴

Este proceso se lleva a cabo para determinación de gases en pacientes bajo condiciones ordinarias, por ejemplo, equilibrio ácido-base, capacidad ventilatoria, oxigenación.

Las contraindicaciones más comunes para la prueba son⁸:

- a. Mecánicas: sitio anatómico inaccesible, alteraciones mecánico-patológicas en el sitio de punción
- b. Infecciosas: infección del sitio anatómico
- c. Fisiológicas: prueba de Allen negativa
- d. Patológicas: presencia de fístula arteriovenosa, coagulopatías

Las limitaciones para esta prueba (por ejemplo el uso inadecuado de los dispositivos para la toma de muestra) pueden generar resultados erróneos⁴ debido a la presencia de coágulos o microcoágulos, contaminación de la muestra por aire ambiental (burbujas de aire en la muestra), anticoagulante inapropiado y/o concentración inadecuada; en el caso de toma de muestra por catéter, contaminación por solución salina u otros fluidos, identificación errónea entre muestra arterial y venosa, manipulación incorrecta, tiempo prolongado entre recolección de la muestra y su análisis, exposición a temperaturas extremas.⁸

Selección del tipo de muestra⁶

Arterial

Adecuada para la evaluación del intercambio gaseoso, la función pulmonar (presión parcial de oxígeno⁵ [pO_2], presión parcial de dióxido de carbono⁵ [pCO_2]) y el estado de oxigenación.

En caso de que el paciente utilice oxígeno suplementario, verificar (antes de realizar la toma de muestra) que el aporte de oxígeno no haya sido modificado en al menos 30 minutos. El aporte de FiO_2 que se le está brindando al paciente deberá escribirse en el membrete de la muestra.⁶

El orden recomendado para selección anatómica del sitio para punción arterial es el siguiente⁹:

1. Radial
2. Braquial
3. Femoral
4. Línea arterial (pacientes críticos)
5. Arterias umbilicales (neonatos)
6. Arterias pedias o dorsales
7. Tibial posterior
8. Capilares (pediátricos)

5. Mesa JS, Belalcázar S, Salcedo-Cifuentes M. Variables pre-analíticas en los análisis de gasometría sanguínea en una institución hospitalaria de tercer nivel, Cali-Colombia. Univ. Salud. 2019;21(1):48-60. Available from URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v21n1/2389-7066-reus-21-01-48.pdf>
6. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). GP43-A4. Procedures for the collection of arterial blood specimens; approved standard-fourth edition. 2004. Available from URL: https://clsi.org/media/1370/gp43a4_sample.pdf
7. NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Disponible en URL: https://dof.gob.mx/hota_detalle_popup.php?codigo=5272787
8. Cortés-Telles A, Gochicoa-Rangel LG, Pérez-Padilla R, Torre-Bouscoulet L. Gasometría arterial ambulatoria. Recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax. 2017;76(1):44-50.
9. Baird G. Preanalytical considerations in blood gas analysis. Biochem Med (Zagreb). 2013;23(1):19-27.

10. D'Orazio P, Ehmeier SS, Jacobs E. Blood gas and pH analysis and related measurements: approved guideline- Second edition. Clin Lab standards Inst. 2009;29(8):1-14. Available from URL: https://clsi.org/media/1335/c46a2_sample.pdf
11. Corzo Sierra JL, Rodríguez Jiménez A, Martín Montes M, Hernández Alonso B, García Alarcón J, Valor Sanz MA. Gasometría venosa frente a gasometría arterial en pacientes con un patrón respiratorio ineficaz relacionado con la insuficiencia respiratoria crónica agudizada. *Enferm Clin*. 2003;13(2):73-80.
12. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R, Symons R, Pace NL, Thomas PS. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: Are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology*. 2014;19:168-75.
13. Merendino D, Wissing, D. Capillary blood gas sampling in the neonatal intensive care unit. *AARC Times*, 2006, 3(12): 36-39.
14. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Dubrowny N, Armstrong E, Berube J, Bowen RAR, Chan YW, Hesselgesser D, et al. Validation and verification of tubes for venous and capillary blood specimen collection; approved guideline. 2010. Available from URL: https://clsi.org/media/1376/gp34a_sample.pdf
15. Calaf N, Giner J, Codina E, Feixas T, González M, Casan P. Comparison of arterial blood sample kits. *Arch Bronconeumol* 2004;40(8):377-80.
16. Rodríguez Fraga O, Navarro Segarra X, Galán Ortega A, Rodríguez Cantalejo F, Gómez Ríoja R, Altimira Queral L, et al. Recomendaciones preanalíticas para la medición del equilibrio ácido-base y los gases en sangre. (Recomendaciones 2008). *Rev Lab Clin*. 2019; 12(4): e66-e67.
17. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood-gas analysis. *MLO Med Lab Obs*. 2007 Oct;39(10):16-8, 20; quiz 22-3.
18. Chhapola V, Kumar S, Goyal P. Is liquid heparin comparable to dry balanced heparin for blood gas sampling in intensive care unit? *Indian J Crit Care Med*. 2014;18(1):14-20.
19. Gorski LA, Hadaway L, Hagle ME, Broadhurst D, Clare S, Kleidon T, et al. Infusion therapy standards of practice, 8th edition. *J Intfus Nurs*. 2021;44(1S Suppl 1): S1-S224.
20. Huertas Jiménez MA, Galindo Fraga A. Guía de práctica clínica para la bioseguridad en toma de muestras en México. *Lat Am J Clin Sci Med Technol*. 2022 March; 4: 39-48.

Venosa

Adecuada para la valoración de resultados de hemoglobina, electrolitos, pH, CO₂, bicarbonato y metabolitos.^{10,11}

El orden recomendado para selección anatómica del sitio para punción venosa es el siguiente¹²:

1. Basílica
2. Cefálica
3. Cubital intermedia
4. Plexo dorsal de la mano
5. Vena femoral
6. Vena pedía (pediátricos)

Capilar

Adecuada para la valoración del equilibrio ácido-base y ventilación (pCO₂). Las mediciones capilares de pO₂ tienen poco valor para estimar la oxigenación arterial.¹³

El orden recomendado para selección anatómica del sitio para punción capilar es¹⁴:

1. Talón: niños menores 1 año que no caminen
2. Dedo medio o anular

Selección de material adecuado para recolección de la muestra

Tipo de dispositivo

1. **Jeringa.** Se recomienda el uso de jeringas de plástico de alta densidad (de 1 mL o 3 mL) con heparina de litio balanceada liofilizada, émbolos de baja resistencia y auto-llenado, manufacturadas específicamente para recolección de muestra para la medición de gases en sangre. También se recomienda la utilización de dispositivos de seguridad para evitar accidentes laborales por punción.^{15,16}

Es importante mantener la adecuada relación entre volumen mínimo de muestra y la concentración de anticoagulante. Revisar indicaciones según fabricante.^{4,12}

2. **Tubos capilares.** Tubo de vidrio o plástico preheparinizado, que cuenta con una pequeña barra de metal como mezclador y tapones para su cierre. En el exterior tiene un imán que se utiliza para la homogenización de la muestra.¹⁶

Tipo de anticoagulante

Cuando se miden electrolitos y gases en sangre, el tipo de anticoagulante no debe interferir con los analitos me-

didados. Por ello, hoy existe heparina de litio balanceada, liofilizada que minimiza posibles interferencias.¹⁶⁻¹⁹

La heparina puede afectar la calidad de los resultados de dos formas⁹:

1. Dilución, cuando la heparina que se utiliza es líquida.
2. Heparina de sodio, incrementa de 1mmol/L a 3mmol/L el resultado de sodio.

El exceso de heparina líquida puede diluir analitos como el [HCO₃]- y el pCO₂ o afectar la pO₂ debido a que la heparina líquida por sí misma contiene pO₂ atmosférico (150 mmHg). De ahí la importancia del uso de la heparina liofilizada balanceada con electrolitos.^{6,8,18}

El uso de heparina de sodio aumenta la concentración del ion de sodio (ya que la heparina puede quelar cationes), por lo que se recomienda que la heparina esté equilibrada con otros electrolitos (como litio) para ocupar los puntos de unión de la molécula de la heparina, y evitar la captación de calcio y otros cationes presentes en la muestra.¹⁶

Procedimientos para toma de gases en sangre

Toma de muestra por punción de arteria radial

Materia^l

1. Cubrebocas
2. Guantes (seleccione su talla)
3. Toallitas con alcohol (3 piezas)²⁰
4. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
5. Gasas estériles secas
6. Venda elástica
7. Anestésico local (lidocaína simple 2%, en caso de ser necesario)
8. Contenedor de punzocortantes

Procedimiento para realizar la punción de arteria radial

1. Asegurar que el gasómetro esté funcionando correctamente
2. Reunir el material para la recolección
3. Colocar el cubrebocas (véase Huertas Jiménez²⁰)
4. Lavarse las manos (Huertas Jiménez²⁰) (Figura 1A)
5. Identificar la arteria mediante la prueba Allen y/o ultrasonido vascular¹⁹ (véase el Apéndice «Prueba de Allen modificada» para corroborar una adecuada circulación colateral) (Figura 1B).
6. Si la prueba de Allen es positiva, la arteria radial puede ser puncionada. En caso de ser negativa, re-

visar la mano contraria y realizar el procedimiento indicado en el punto 3; si vuelve a ser negativo, deberá seleccionar otra arteria

7. Preparar material a utilizar, abrir empaque (Figura 1C)
8. Colocar la muñeca del paciente en extensión (Figura 1D)
9. Tomar y registrar temperatura y la FiO_2 del paciente.
10. Realizar higiene de manos con alcohol en gel 70%
11. Colocar guantes
12. Realizar asepsia en el sitio a puncionar (revisar Huertas Jiménez²⁰).²¹ Colocar anestésico local de 0.2 a 0.5mL en caso de ser necesario, con previa asepsia (lidocaína 2% con jeringa de 1mL).⁶
13. Sacar cuidadosamente la jeringa para gasometría y sus accesorios
14. Desplazar el dispositivo de seguridad de la aguja (en caso de contar con él) (Figura 1E)
15. Preestablecer el volumen de llenado de la jeringa de gasometría (ver indicaciones de fabricante)
16. Tomar la jeringa para gasometría con la mano dominante; con la mano contraria palpar la arteria con el dedo índice, sin contaminar el sitio a puncionar. Posteriormente, introducir la aguja a una distancia de 5mm a 10mm del sitio donde se palpa la arteria. La aguja deberá estar en un ángulo de 30° a 45° con el bisel hacia arriba, en sentido contrario al flujo arterial y sujeta con el dedo pulgar e índice justo por arriba del *stopper* (Figura 1F)⁶
17. Después de puncionar la arteria, se debe permitir el auto-llenado de la jeringa, el cual dependerá de la presión arterial del paciente
18. Una vez obtenida la muestra, retirar la aguja de la arteria y activar el sistema de seguridad inmediatamente (si es una aguja de seguridad)
19. Mantener la jeringa en posición que recomienda el fabricante
20. Realizar presión con una gasa seca en el sitio de punción por 5 minutos (Figura 1G), o hasta que el paciente deje de sangrar. Luego, colocar la venda elástica
21. Desechar la aguja en el contenedor de punzocortantes
22. Sellar la jeringa de acuerdo con las indicaciones del fabricante (Figura 1H)
23. Eliminar el aire residual de la jeringa, según fabricante
24. Homogeneizar la muestra, según el fabricante
25. Identificar y transportar la muestra al área de proceso (Figura 1I)

Toma de muestra por punción de arteria braquial

Materia⁶

1. Cubrebocas

Figura 1. Procedimiento para realizar la punción de arteria radial



La figura es propiedad de los autores

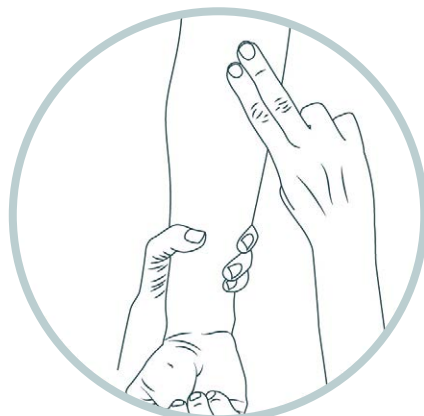
2. Guantes (seleccione su talla)
3. Toallitas de alcohol (3 piezas)²⁰
4. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
5. Gasas estériles secas
6. Venda elástica
7. Contenedor de punzocortantes

Procedimiento para toma de muestra de arteria braquial

1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir el material para la recolección
3. Colocar cubrebocas (revisar Huertas Jiménez²⁰)
4. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
5. Identificar la arteria braquial (Figura 2)
6. Preparar material a utilizar

21. Chernecky C, Berger B. Laboratory test and diagnostic procedures. 6th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders; 2013.

Figura 2. Identificación de la arteria braquial



Detectar la arteria braquial

La figura es propiedad de los autores

7. Colocar el brazo completamente extendido y la muñeca rotada
8. Detectar el pulso con dedo índice con mano no dominante, antes de la fosa antecubital
9. Tomar y registrar la temperatura y FiO_2 del paciente
10. Realizar higiene de manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
11. Colocar guantes
12. Realizar asepsia en el sitio a puncionar
13. Preestablecer el volumen de llenado de la jeringa de gasometría (ver indicaciones de fabricante)
14. Tomar jeringa para gasometría con la mano dominante; con la mano contraria palpar la arteria con el dedo índice, sin contaminar el sitio a puncionar. Introducir aguja de 5 mm a 10 mm por debajo del sitio donde se palpa la arteria, justo en el pliegue de la fosa antecubital. La aguja deberá estar en un ángulo de 45° con el bisel hacia arriba, en sentido contrario al flujo arterial
15. Permitir el auto-llenado de la jeringa
16. Una vez obtenida la muestra, retirar la aguja de la arteria y activar el sistema de seguridad inmediatamente (si es una aguja de seguridad)
17. Presionar con la gasa seca en el sitio de punción por cinco minutos o hasta que el paciente no presente sangrado. Colocar una venda
18. Desechar la aguja en el contenedor de punzocortantes
19. Sellar la jeringa según indicaciones del fabricante
20. Eliminar el aire residual de la jeringa, según fabricante
21. Homogenizar la muestra, según el fabricante
22. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Toma de muestra por punción de arteria femoral

Materia^l

1. Cubrebocas
2. Guantes (seleccione su talla)
3. Antiséptico (revisar Huertas Jiménez²⁰)
4. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
5. Gasas estériles secas
6. Recortadora de vello
7. Contenedor de punzocortantes

Procedimiento para realizar la punción de arteria femoral

1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir el material para la recolección
3. Colocar cubrebocas (revisar Huertas Jiménez²⁰)
4. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
5. Colocar al paciente en decúbito dorsal, con las piernas extendidas
6. Localizar la arteria femoral, la cual se encuentra superficial en el triángulo inguinal junto al ligamento. Si es necesario, recortar el vello de la zona inguinal
7. Preparar el material a utilizar
8. Tomar y registrar la temperatura y FiO_2 del paciente
9. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
10. Colocar guantes
11. Realizar la asepsia en un diámetro aproximado de 10cm alrededor del sitio a puncionar debido a la cercanía con la zona genital, lo cual aumenta el riesgo de infección
12. Preestablecer el volumen de llenado de la jeringa de gasometría (ver indicaciones del fabricante)
13. Palpar la arteria con el dedo índice y medio, los cuales se deben extender de 2 a 3 centímetros en el trayecto de la arteria
14. Tomar la jeringa para gasometría con mano dominante e introducir entre los dos dedos la aguja, de manera perpendicular a la superficie de la piel, con el bisel hacia arriba (en dirección contraria al flujo sanguíneo arterial)
15. Permitir el auto-llenado de la jeringa
16. Una vez obtenida la muestra, extraer la aguja de la arteria y activar el sistema de seguridad inmediatamente (si es una aguja de seguridad)
17. Presionar con la gasa seca en el sitio de punción hasta que el paciente deje de sangrar
18. Desechar la aguja en el contenedor de punzocortantes
19. Sellar la jeringa según instrucciones del fabricante
20. Eliminar el aire residual de la jeringa, según instrucciones del fabricante
21. Homogeneizar la muestra, según fabricante

22. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Toma de muestra de sangre venosa por punción

Material

1. Guantes (seleccione su talla)
2. Cubrebocas
3. Toallitas con alcohol (tres piezas)
4. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
5. Gasas estériles secas
6. Venda elástica
7. Contenedor de punzocortantes
8. No se debe utilizar torniquete para no alterar valores de lactato, CO₂ y los parámetros de oxigenación⁶

Procedimiento para realizar la punción de venosa

1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir el material para la recolección
3. Colocar el cubrebocas (revisar Huertas Jiménez²⁰)
4. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
5. Identificar la vena a puncionar
6. Preparar el material a utilizar
7. Tomar y registrar la temperatura y FiO₂ del paciente
8. Realizar higiene de manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
9. Colocar guantes
10. Realizar asepsia en el sitio a puncionar. No colocar torniquete porque se pueden alterar valores de lactato, CO₂ y los parámetros de oxigenación⁶
11. Tomar la jeringa para gasometría y empujar el émbolo hacia la aguja
12. Insertar la aguja en la vena seleccionada a 30°, con el bisel hacia arriba
13. Aspirar la sangre venosa lentamente
14. Una vez obtenida la muestra, retirar la aguja de la vena y activar el sistema de seguridad inmediatamente (si es una aguja de seguridad)
15. Presionar con la gasa seca en el sitio de punción hasta que el paciente deje de sangrar. Colocar la venda elástica en caso necesario
16. Desechar la aguja en el contenedor de punzocortantes
17. Colocar el tapón de seguridad de la jeringa de acuerdo con las indicaciones del fabricante
18. Eliminar el aire residual de la jeringa, según las instrucciones del fabricante
19. Homogenizar la muestra, según el fabricante
20. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Toma de muestra para gases en sangre a través de accesos vasculares

Toma de muestra por línea arterial

Considerar si se necesitarán muestras consecutivas de gasometría arterial en el transcurso de la estancia hospitalaria del paciente.

Material

1. Guantes (seleccione su talla)
2. Cubrebocas
3. Toallitas de alcohol (tres piezas)
4. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
5. Jeringa prellenada de solución salina (barril 10 mL para lavado (dos piezas)
6. Jeringa de 10 mL para el descarte de sangre

Descripción de la técnica de toma de gasometría a través de línea arterial

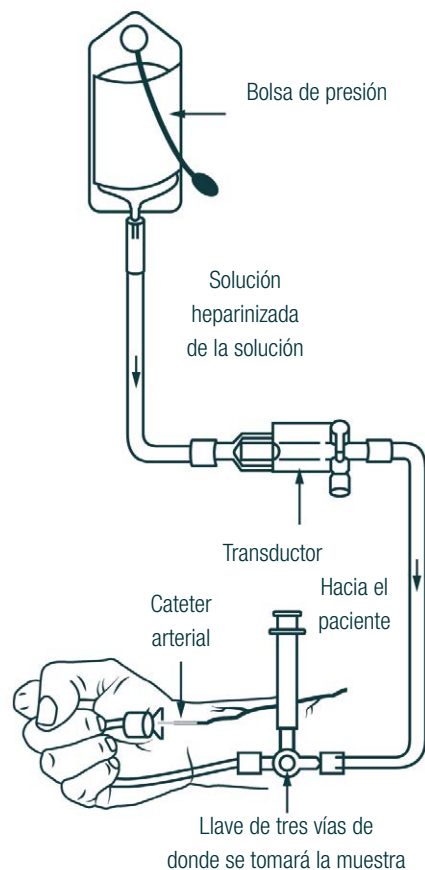
1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir el material
3. Colocar cubrebocas
4. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
5. Preparar el material a utilizar
6. Tomar y registrar la temperatura y FiO₂ del paciente
7. Realizar higiene de manos con alcohol gel²⁰
8. Colocar los guantes
9. Cerrar la llave de tres vías hacia la bolsa de solución con heparina
10. Realizar desinfección mecánica del conector sin agujas de la llave de tres vías, de donde se tomará la muestra de sangre^{22,23}
11. Tomar una jeringa prellenada de solución salina y conectarla en el conector sin agujas; realizar lavado del catéter con técnica pulsátil.²² Desecharla al terminar. Esto es importante porque la bolsa de solución de base de la línea arterial está preparada con heparina sódica, la cual podría alterar el resultado de la gasometría (consultar tipo de anticoagulante)
12. Conectar la jeringa de 10 mL y extraer seis veces del volumen de purgado del lumen y del conector sin aguja.⁶ Retirar esta jeringa y desecharla en una bolsa roja
13. Retirar la aguja de la jeringa especial para gases en sangre y depositarla en el contenedor de punzocortantes
14. Conectar la jeringa especial para gases en sangre en el conector sin agujas
15. Tomar la muestra de sangre para determinar gases
16. Desconectar y colocar el tapón de seguridad de la jeringa de acuerdo con las indicaciones del fabricante

22. Hadaway L. Technology of flushing vascular access devices. J Infus Nurs. 2006;29(3):137-45.

23. Kallstrom TJ, American Association for Respiratory Care (AARC). AARC clinical practice guideline: Oxygen therapy for adults in the acute care facility—2002 revision & update. Respir Care. 2002;47(6):717-20.

17. Eliminar el aire residual de la jeringa, según indicaciones del fabricante
18. Homogeneizar la muestra, según instrucciones del fabricante
19. Tomar la segunda jeringa prellenada de solución salina y realizar el lavado con técnica pulsátil²² hasta que la línea se vea sin restos de sangre. Desecharla la jeringa
20. Cerrar la llave de tres vías hacia el conector sin aguja para permitir el paso de la solución base de la línea arterial (Figura 3)

Figura 3. Secuencia de la línea arterial



La figura es propiedad de los autores

21. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Toma de muestras sanguíneas mediante CVC

Material

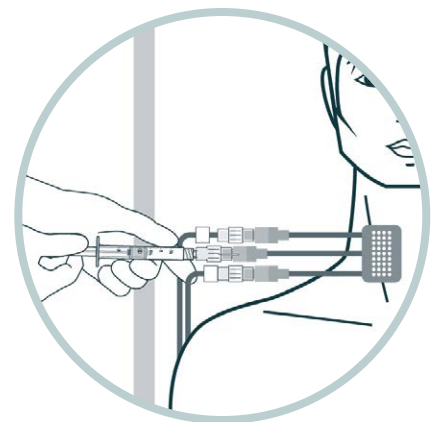
1. Guantes (seleccione su talla)
2. Cubrebocas
3. Gasas estériles grandes
4. Toallitas de alcohol (tres piezas)

5. Jeringa diseñada para recolección de sangre para determinación de gases (una pieza)
6. Jeringa prellenada de solución salina (barril 10 mL) para lavado (dos piezas)
7. Jeringa de 10 mL para el descarte de sangre

Procedimiento para toma de muestra sanguínea para gasometría mediante CVC

1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir material
3. Colocar cubrebocas
4. Lavarse las manos (revisar Huertas Jiménez²⁰)
5. Tomar y registrar temperatura y FI_{O_2} del paciente
6. Realizar higiene de manos
7. Colocar guantes
8. Valorar el acceso vascular
9. Colocar una gasa por debajo del conector
10. Realizar desinfección mecánica del conector sin agujas²³
11. Conectar la jeringa de solución salina para realizar lavado pulsátil²³ del lumen antes de tomar la muestra. Retirar y desechar esta jeringa
12. Conectar la jeringa de 10 mL, extraer 6 mL²³ y eliminar la sangre diluida
13. Desconectar la jeringa y desecharla en la bolsa roja
14. Retirar la aguja de la jeringa especial para gases en sangre y depositarla en el contenedor de punzocortantes
15. Conectar la jeringa especial para gases en sangre y empezar a extraer sangre lentamente (Figura 4)

Figura 4. Toma de muestra de sangre para gases mediante un CVC



La figura es propiedad de los autores

16. Desconectar y colocar el tapón de seguridad de la jeringa, de acuerdo con las indicaciones del fabricante

17. Eliminar el aire residual de la jeringa, según indicaciones del fabricante
18. Homogeneizar la muestra, según fabricante
19. Tomar la segunda jeringa prellenada de solución salina y realizar el lavado con técnica pulsátil hasta que la línea se vea sin restos de sangre²³
20. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Toma de muestras capilar para gases en sangre

La toma de muestra por capilaridad se recomienda únicamente en pediátricos que no caminen.

Material

1. Guantes (seleccione su talla)
2. Cubrebocas
3. Gasas estériles
4. Toallitas de alcohol (tres piezas)
5. Tubo capilar heparinizado (una pieza)
6. Dispositivo de incisión

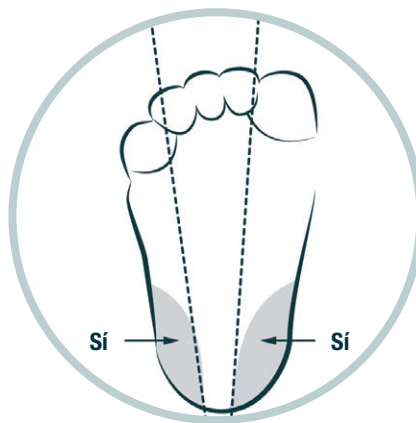
Procedimiento para toma de muestra capilar para gasometría en sangre

1. Asegurar que el gasómetro funciona correctamente
2. Reunir el material a utilizar
3. Colocar cubrebocas
4. Lavado de manos
5. Arterializar el talón, evitar hacer fricción o utilizar dispositivos no indicados. No utilice guantes con agua caliente, cojines u otros elementos calentados a microondas porque pueden quemar el área
6. Tomar y registrar la temperatura y FiO_2 del paciente
7. Realizar higiene de manos
8. Colocar guantes
9. Realizar asepsia en el sitio seleccionado
10. Sujetar el talón con los dedos pulgar e índice (Figura 5A)
11. Colocar el dispositivo de incisión en el talón (según el fabricante), considerar áreas de punción (Figura 5B)
12. Presionar de forma intermitente el talón para favorecer la formación de la gota (no exprimir la zona)
13. La primera gota debe ser desechada
14. Recolectar la muestra con el capilar heparinizado, evitar burbujas de aire
15. Colocar la gasa seca en el sitio de punción y presionar
16. Colocar tapón de seguridad del tubo capilar (según indicaciones del fabricante)
17. Homogeneizar la muestra con la barra y el imán (Figura 6)
18. Identificar y transportar la muestra al área de proceso

Figura 5. Orden recomendado para la selección anatómica del sitio de punción capilar



A. Sujetar el talón con los dedos pulgar e índice



B. Talón, área para toma de muestra capilar

La figura es propiedad de los autores

Figura 6. Homogenización de muestra



Movilizar barra del tubo con el imán

La figura es propiedad de los autores

24. Chaney B, Emmady PD. Blood gas temperature correction. [Updated 2020 May 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557769/>
25. Stich JC, Cassella DM. Dispositivos para la administración de oxígeno. Conozca los pros y los contras de la oxigenoterapia suplementaria, incluyendo los dispositivos de aporte de oxígeno más adecuados para cada paciente. *Nursing* 2010;28(3):39-42.
26. Martínez Dubois S. Cirugía bases del conocimiento quirúrgico y apoyo en trauma. 5ta ed. México: McGrawHill; 2013.
27. Mohammed Mohammed H, Abdallah Abdelatif D. Easy blood gas analysis: Implications for nursing. *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 2016;65(1):369-76.

Registro de signos vitales (temperatura, FiO_2 , tipo de ventilación)

Temperatura

La temperatura corporal mantiene una relación muy estrecha con el metabolismo. Influye directamente en varios parámetros fisiológicos y en las propiedades físicas de los gases. La pO_2 , la pCO_2 y el pH pueden resultar alterados cuando la temperatura del paciente está por arriba o por debajo de los $37^\circ C$.²⁴ El tipo de ventilación y equivalente de FiO_2 se muestra en la tabla 1.^{25,26}

Tabla 1. Ventilación y equivalente

Tipo de ventilación	Flujo de O_2 L/min	FiO_2 (%)
Cánulas nasales	1 L/min	24%
	2 L/min	28%
	3 L/min	32%
	4 L/min	36%
	5 L/min	40%
Mascarilla simple	6 L/min	44%
	6 L/min	60%
	7 L/min	70%
	8 L/min	80%
	9 L/min	90%
Mascarilla de reinhalación parcial	10 L/min	Casi el 100%
	6 L/min	60%
	7 L/min	70%
Mascarilla de no reinhalación con reservorio	8 L/min	80%
	9 L/min	90%
	10 L/min	99%
Dispositivos de alto flujo	4-10 L/min	60-100%
	4 L/min	24%
	6 L/min	28%
	8 L/min	31%
	10 L/min	35%
	12 L/min	40%
	15 L/min	50%

Consideraciones en pacientes quirúrgicos²⁶

Paciente en decúbito dorsal

- Elegir la extremidad superior más expuesta para no intervenir en el procedimiento quirúrgico. Si la extremidad tiene brazaletes para la toma de presión arterial no invasiva, se deberá parar la programación de toma de presión arterial, con el objetivo de que

no interfiera con el pulso de la arterial al momento de palparla y tomar la muestra²⁶ (Recomendación del experto)

- En caso de que el paciente se encuentre bajo anestesia general y se seleccione la arterial radial, se debe sujetar la extremidad de manera gentil, firme y buscar exponer la arteria²⁷

Paciente consciente con bloqueo neuroaxial o bloque de plexo braquial, con o sin sedación leve

- Si el paciente está consciente, con sedación leve o con bloqueo neuroaxial o de plexo braquial, se procederá a sujetar la extremidad de la misma forma que si estuviera con anestesia general. Se deberá avisar al paciente lo que se va a realizar (se pueden administrar sedantes o analgésicos opioides, previamente, en dosis pequeñas para disminuir la ansiedad y el dolor) (Recomendación del experto)
- En caso de que la arterial radial no sea elegible o palpable, se procederá a buscar la arteria braquial, se considerarán las mismas precauciones y, en última instancia, arterial femoral⁶, siempre y cuando no interfiera con el campo quirúrgico o el riesgo supere los beneficios. Siempre se debe informar al cirujano lo que se realizará (Recomendación del experto)

Paciente en distintas posiciones (decúbito prono, lateral, silla de playa, decúbito dorsal con extremidades pegadas al cuerpo)

- Para las posiciones en que no queden expuestas las arterias de manera que puedan ser puncionadas, se recomienda colocar una línea arterial⁶ (explicada anteriormente), previo al inicio de la cirugía, si se considera que será un procedimiento quirúrgico donde se necesite valorar el equilibrio ácido-base y los parámetros respiratorios, de manera transoperatoria.
- Si el paciente no tiene línea arterial previa y necesitara una gasometría arterial, se debe llegar a un acuerdo con el equipo quirúrgico para la toma de dicha muestra (Recomendación del experto)

Manejo y transporte de muestras

Al finalizar la toma de muestra, se recomienda pedir ayuda para que otra persona haga presión en la arteria puncionada, y una más se encargue de acondicionar la muestra homogenizando y evitando que ésta contenga burbujas que alteren el resultado. Si cuenta con gasómetro dentro del área, la muestra debe ser transportada a temperatura ambiente y procesada inmediatamente.

En caso de que el gasómetro no esté cerca, el tiempo entre la toma de muestra y el análisis no debe exceder los 15 minutos, tomando en cuenta las alteraciones de los parámetros.⁶ Si el tiempo entre la toma de muestra y su procesamiento se prolonga más de 15 minutos, se recomienda transportar la muestra en condiciones controladas de temperatura⁶ de 4° a 8°C en un contenedor (tipo hielera) exclusivo para el transporte de gasometría, que cuente con una red fría y que la muestra no quede en contacto directo con material refrigerante.

Criterios de rechazo de muestra de sangre para determinación de gases^{25,26}

- Muestras coaguladas
- Muestras con burbujas de aire
- Muestras diluidas
- Muestras mal identificadas: datos de identificación diferentes al de la solicitud, membrete no visible o mal colocado
- Tipo de dispositivo inadecuado para determinación de gases
- Traslado fuera de tiempo y de temperatura adecuada
- Solicitudes sin datos de FiO₂ ni temperatura

Debe corroborarse la solicitud de FiO₂ y temperatura al momento de recibir la muestra directa del paciente para asegurar que la información y resultados sean certeros.

Complicaciones del paciente posteriores a la toma de muestra de gases arteriales⁶

Respuesta vasovagal

Las personas pueden presentar esta respuesta vagal, lo cual hará que pierdan la consciencia. Cuando esto ocurra será necesario notificar al médico; acostar al paciente; y retirar las prendas de ropa muy apretadas.

Arterio-espasmo

Es la vasoconstricción de la arteria en respuesta al dolor u otro estímulo. Algunas veces puede ser inducido por ansiedad y podría ser complicado realizar la toma de muestra de sangre, a pesar de que la aguja este correctamente en el vaso.

Hematoma

Las arterias llevan mayor presión que las venas, por eso puede observarse mayor cantidad de sangre en el sitio de punción. El tejido elástico de la pared arterial tiende a cerrar más rápido. Esta elasticidad de la pared de la arteria se pierde con los años y con algunas patologías. El riesgo de un hematoma es mayor en adultos de la tercera edad.

Trombosis y embolismo

Es más probable que esto suceda si se deja una aguja durante un tiempo prolongado. Se forma un trombo si se lastima la íntima (la capa interna del vaso). El trombo crece gradualmente y puede obstruir la luz del vaso y la aguja.

CONCLUSIONES

La toma de muestras es el procedimiento clínico realizado con mayor frecuencia y el que más incide tanto en los resultados como en la toma de decisiones. Por ello, es fundamental estandarizar los criterios y dar difusión a las técnicas involucradas y a la evidencia publicada. Con este objetivo se desarrolló la *Guía de práctica clínica para toma de muestra de gases en sangre en México*. En ella se han considerado numerosos pasos: solicitud e identificación de la muestra, preparación del paciente, diferentes sitios de accesos y métodos para la toma de muestra, uso y selección del material y los dispositivos necesarios, complicaciones para el paciente y el transporte de la muestra. Todos ellos son de vital importancia para el óptimo resultado y tratamiento del paciente. La adecuada difusión de estas guías proporcionará dimensión y alcance al trabajo realizado.

APÉNDICE

Prueba de Allen modificada

La prueba de Allen modificada permite verificar la presencia de circulación colateral adecuada a través de la arteria cubital. Es útil para la evaluación de circulación colateral.⁶

La perfusión inadecuada de la mano sugiere la selección de otro sitio de punción. Cuando la arteria cubital no irriga correctamente la palma de la mano, la prueba de Allen es negativa; esto quiere decir que la arterial radial

no debe utilizarse para realizar la toma de gases en sangre. Cuando la prueba de Allen es positiva es viable puncionar la arterial radial para la toma de muestra de gases en sangre.⁶

Para realizar una prueba de Allen se deben considerar los siguientes pasos:

1. Coloque la palma de la mano hacia arriba para observar los cambios de color, mismo que no deben ser mayores a 15 segundos
2. Use los dedos índice y medio de ambas manos para comprimir al mismo tiempo la arteria radial y cubital, con ello, obstruirá el flujo sanguíneo de la mano. Pida al paciente que abra y cierre su mano (Figuras 7A y 7B)
3. Una vez abierta la mano, retirar los dedos índice y medio de la arteria cubital y verificar el tiempo de perfusión (Figura 7C)
4. Repetir los pasos 2 y 3, pero esta vez dejar los dedos en la arteria cubital y retirar los de la arteria radial
5. Si la perfusión en ambas pruebas no fue mayor a 15 segundos, es viable realizar la toma de muestra a través de la arteria radial
6. Colocar un rollo por debajo de la muñeca para exponer la arteria y fijar los dedos para evitar cualquier movimiento al realizar la punción (Figura 7D)
7. Una vez colocada la mano, es posible realizar la toma de muestra de gases a través de una punción arterial

Figura 7. Pasos para realizar la prueba de Allen



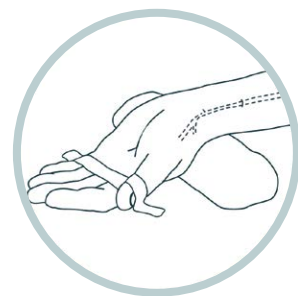
A. Obstruir arterias y solicitar al paciente que abra la mano



B. Hacer presión en las arterias y solicitar hacer puño



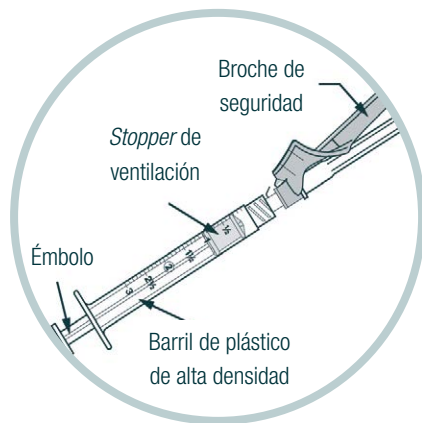
C. Comprobar circulación arterial antes de realizar la punción



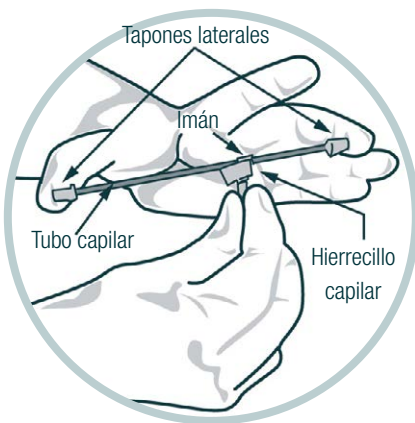
D. Posición para la toma de gases en arteria radial

La figura es propiedad de los autores

Figura 8. Dispositivos para toma de muestra de gases en sangre



Partes de la jeringa



Partes del tubo capilar

La figura es propiedad de los autores

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Equipo de Trabajo de las Guías de Toma de muestras en México:

Quím. Carlos Enrique Martínez Barreda, Quím. Samuel Treviño Mora, Dr. Daniel Aguirre Chavarría, LE Silvia Angélica García Martínez, Quím. Guadalupe Ivonne Villalobos Zapata, Quím. EHDL Martín Eduardo Ureña Reyes, Quím. Carolina Rodríguez Padilla, Dra. Roxana Trejo González, Quím. Ixchel de la Luz Martínez, MC Beatriz Cedillo Carvallo, LE Patricia Gómez Lara, Mtro. José Antonio Duarte García, Mtra. Christian Alejandra Escobedo, Dr. Alfredo Salmon Demongin.