

BIOLOGIA II INSTRUMENTAL BÀSICA: QUÍMICA MANUAL DE LABORATORI

M. Lluïsa Sagristà Grato vil
Margarita Mora Giménez
Joan Carles Domingo Pedrol

Departament de Bioquímica i Biologia Molecular
Facultat de Biologia



TEXTOS DOCENTS

353

BIOLOGIA II INSTRUMENTAL BÀSICA: QUÍMICA MANUAL DE LABORATORI

M. Lluïsa Sagristà Grato vil
Margarita Mora Giménez
Joan Carles Domingo Pedrol

Departament de Bioquímica i Biologia Molecular
Facultat de Biologia

Publicacions i Edicions



UNIVERSITAT DE BARCELONA



PREÀMBUL

Aquest text presenta la col·lecció de pràctiques que es proposa en el programa de les pràctiques de química que formen part de l'assignatura de Biologia II dels graus de Biologia, Biotecnologia i Ciències Biomèdiques i que es cursa al llarg del segon semestre dels nous ensenyaments de grau.

El manual inclou una introducció amb quatre annexos que contenen totes les consideracions, precaucions i normatives que l'alumnat que inicia els estudis universitaris en una facultat experimental ha de tenir sempre presents en realitzar qualsevol tasca experimental en un laboratori de química.

El contingut de les pràctiques està relacionat amb el programa de teoria de l'assignatura de Química que es cursa al llarg del primer semestre, per tal que l'alumnat comprovi experimentalment alguns dels fets que constitueixen la matèria d'estudi.

Així, el text, estructurat en blocs que es corresponen amb les sessions de laboratori que es duen a terme, recull cinc apartats que han de permetre treballar experimentalment sobre els continguts més rellevants desenvolupats en les classes teòriques dels programes de Química dels tres graus esmentats. La selecció de les experiències que constitueixen el programa d'aquestes pràctiques s'ha realitzat de manera acurada per tal d'aconseguir una òptima relació entre teoria i pràctiques. L'alumnat ha de desenvolupar els experiments proposats, n'ha d'interpretar els resultats obtinguts i ha de saber justificar-los sobre la base dels coneixements teòrics.

El plantejament d'aquestes pràctiques té dos objectius primordials. El primer, proporcionar les bases i normes de treball en un laboratori a estudiants que han optat per un ensenyament experimental i que, per tant, al llarg dels seus estudis i, més tard, durant tota la seva vida professional, han de saber estar i treballar correctament en un laboratori. El segon és l'aprenentatge d'una matèria que requereix experiències per tal que l'alumnat pugui constatar i consolidar els coneixements introduïts en les classes teòriques corresponents.

ÍNDIX

A. INTRODUCCIÓ

1. Normes generals	9
2. Símbols de perillositat	11
3. Normes de seguretat	13
4. Gestió dels residus	15

B. PROGRAMA DE PRÀCTIQUES

SESSIÓ I

1. Introducció a les operacions bàsiques de laboratori	21
1.1. La pesada	21
1.1.1. Procediment	21
1.2. Les mesures volumètriques	22
1.3. Experiència pràctica: pesada i utilització correcte del material volumètric	24
2. Química orgànica	24
2.1. Síntesi orgànica	24
2.1.1. Esterificació	24
2.1.2. Saponificació	25
2.1.3. Procés de saponificació dels lípids i de formació d'emulsions	25
2.1.3.1. Fonament teòric	25
2.1.3.2. Procediment	25
2.2. Identificació de compostos orgànics	25
2.2.1. Fonament teòric	25
2.2.2. Determinació del poder reductor de monosacàrids i disacàrids	26
2.2.2.1. Fonament teòric	26
2.2.2.2. Procediment	26

SESSIÓ II

1. Equilibris àcid-base	27
1.1. Fonament teòric	27
1.2. Indicadors àcid-base	27
1.3. Hidròlisi de les sals	28
1.4. Efecte de l'ió comú sobre l'equilibri iònic	28
2. Volumetria de neutralització	28
2.1. Fonament teòric i procediment	28
2.2. Preparació d'una dissolució de HCl de concentració aproximadament 0,5 M	30
2.3. Estandardització d'una dissolució patró de NaOH amb hidrogenoftalat de potassi	30
2.4. Valoració de la dissolució de HCl preparada amb la dissolució estandarditzada de NaOH	32

SESSIÓ III	33
1. Dissolucions amortidores	33
1.1. Fonament teòric	33
1.2. Construcció de la corba de valoració de la glicina	33
1.2.1. Procediment	35
1.3. Preparació d'un tampó de glicina 0,1 M de pH 9,0	36
1.4. Efecte de la dilució i de l'addició d'àcids i de bases sobre el pH i la capacitat amortidora	36
SESSIÓ IV	37
1. Precipitació de biomolècules	37
1.1. Precipitació de proteïnes per acció del pH: obtenció de caseïna	37
1.1.1. Fonament teòric	37
1.1.2. Procediment	38
1.2. Precipitació d'ADN per acció de solvents orgànics: obtenció d'ADN de salmó	37
1.2.1. Fonament teòric	37
1.2.2. Procediment	38
2. Dissolucions d'electròlits i de no-electròlits	38
2.1. Fonament teòric	38
2.2. Preparació de dissolucions de concentració 0,1 M	39
2.3. Mesura de la conductivitat de les dissolucions d'electròlits i de no-electròlits	39
2.4. Variació de la conductivitat equivalent amb la dilució	40
3. Equilibris d'oxidació-reducció	40
3.1. Reaccions d'oxidació-reducció	40
3.1.1. Fonament teòric	40
3.1.2. Procediment experimental	41
3.2. Piles: processos i força electromotriu (fem)	41
3.2.1. Fonament teòric	41
3.2.2. Construcció i identificació dels processos en una pila	42
SESSIÓ V	45
1. Termodinàmica	45
1.1. Calors de reacció	45
1.1.1. Fonament teòric	45
1.1.2. Calor de neutralització	45
1.1.3. Calor de dilució	45
1.1.4. Calor de dissolució	46
1.1.5. Calor de cristal·lització	46
1.2. Determinació de l'entalpia molar del procés de dissolució del NaOH sòlid	46
1.2.1. Fonament teòric	46
1.2.2. Mesures experimentals i càlculs	46
1.3. Comprovació de la Llei de Hess	47
1.3.1. Fonament teòric	47
1.3.2. Mesures experimentals i càlculs	47
2. Cinètica química	49
2.1. Factors que afecten la velocitat de reacció	49
2.1.1. Fonament teòric	49
2.1.2. Influència de la temperatura	49
2.1.3. Influència d'un catalitzador	49
2.1.4. Influència de la concentració	50
2.2. Determinació de la velocitat de reacció	50
2.2.1. Fonament teòric	50
2.2.2. Mesura de la velocitat de formació d'hidrogen en reaccionar el Zn amb HCl	50

INTRODUCCIÓ

1. NORMES GENERALS

1. Cada sessió consta de 5 hores de treball al laboratori.
2. L'alumnat ha de llegir i estudiar, abans de cada sessió, la pràctica corresponent.
3. L'alumnat ha d'anotar les observacions i els càlculs corresponents al treball de cada sessió de pràctiques en la llibreta de laboratori. Aquesta feina s'ha de fer al laboratori, no a casa.
4. L'alumnat ha de portar per al seu ús personal:
 - Unes ulleres de seguretat
 - Una bata blanca
 - Un drap de cuina normal
 - Una capsa de llumins
 - Una pinça de fusta (d'estendre la roba)
 - Una espàtula prima (trobareu l'espàtula de les mides adequades a la Cooperativa)
 - Un nucli magnètic d'1,5-2 cm de grandària
 - Un retolador de vidre
5. No s'han d'emprar quantitats de productes més grans de les indicades en les normes de cada pràctica, ja que han estat fixades d'acord amb la capacitat dels tubs de reacció i la durada dels experiments. No fer-ho així és una despesa inútil i una pèrdua de temps, i pot ser perillós.
6. L'alumnat, en acabar cada dia el treball de laboratori, ha de deixar:
 - El lloc de treball net i sec
 - Tot el material en condicions perquè pugui ser emprat immediatament
 - La col·lecció de reactius perfectament ordenada (les etiquetes de les ampolles porten dos nombres, un que indica el lloc de treball i l'altre l'ordre en la col·lecció de reactius)

2. SÍMBOLS DE PERILLOSITAT

E		Explosiu	O		Oxidant
F		Fàcilment inflamable	F+		Extremament inflamable
T		Tòxic	T+		Molt tòxic
Xn		Nociu	Xi		Irritant
T		Xn		C	
					Corrosiu
				N	
					Perillós per al medi ambient

3. NORMES DE SEGURETAT

TALLS I LACERACIONS

Els talls amb vidres són un dels accidents més freqüents al laboratori en treballar amb termòmetres, tubs de vidre, etc.

En cas de produir-se un tall amb un material de vidre, s'ha de rentar bé la zona amb força aigua corrent. Si deixa de sagnar, s'ha de tapar aviat amb un apòsit adequat. Si el tall és profund i no para de sagnar, s'ha d'acudir immediatament al servei mèdic de la facultat.

PRECAUCIONS CONTRA INCENDIS

Per treballar amb dissolvents inflamables s'han d'observar les precaucions següents:

- Per escalfar, destil·lar i evaporar un dissolvent inflamable (èter etílic, benzè, èter de petroli, metanol, etc.) s'ha de fer servir un bany de vapor o una manta elèctrica, però mai el foc directe.
- Aquests productes s'han de conservar en armaris especials ben tapats. Durant el seu ús al laboratori s'han de mantenir lluny de qualsevol flama.
- Els líquids inflamables no s'han d'abocar al desguàs.

EXTINCIÓ D'INCENDIS

En cas d'incendi, els laboratoris disposen d'extintor, mantes de cotó, galledes de sorra, etc.

- Si es produeix un petit incendi, primerament s'han de tancar les aixetes del gas.
- Si l'incendi afecta la roba, cal allunyar la víctima del foc i embolicar-la amb una manta antifoc procurant que les zones incandescentes restin tapades.
- Si els recipients (matrassos, flascons, vasos, etc.) s'inflamen, cal tapar-los amb un drap mullat amb aigua.
- Si es vessen líquids inflamables damunt la taula i s'inflamen, s'han d'apagar amb sorra o amb extintors. Mai no s'ha de fer servir aigua si el líquid inflamable és insoluble en ella.

CREMADES

Quan es produeixin cremades per contacte amb objectes calents o flames, s'ha de fer un tractament amb etanol, **MAI AMB AIGUA**, i després s'ha d'embenar la zona cremada. Si la cremada és important, cal portar l'accedentat al servei mèdic de la facultat. No s'han d'utilitzar cremes ni pomades grasses en cremades greus.

PROTECCIÓ DELS ULLS

L'alumnat ha de portar posades les ulleres de seguretat durant tot el temps que estigui treballant al laboratori.

A més a més, s'han de tenir en compte les recomanacions següents:

- Quan es produeixi una reacció en un matràs o en un tub d'assaig no s'ha de mirar mai per damunt de la boca del recipient.
- Si algun esquitx arriba accidentalment a l'ull, cal fer ràpidament (menys de 15 segons) el tractament que s'indica a continuació: rentar primer l'ull amb molta aigua en una banyereta d'ulls, i tot seguit, amb una dissolució de bicarbonat de sodi a l'1 % quan l'esquitx hagi estat produït per àcids. En cas d'un esquitx

amb un líquid alcalí, el segon rentat s'ha de fer amb aigua de brom o amb una dissolució d'àcid bòric. Tot seguit cal aplicar-hi un col·liri i portar l'accidentat al servei mèdic de la facultat.

- No s'han de dur mai lents de contacte en un laboratori, ja que en el cas d'un accident els productes químics esquitxats als ulls o els seus vapors poden passar darrere de les lents i provocar lesions als ulls abans de poder-les retirar.

MESCLES EXPLOSIVES

La mescla d'agents reductors amb agents oxidants forts s'ha de fer en petites quantitats i amb unes precaucions extraordinàries.

PRECAUCIONS GENERALS

S'han de seguir sempre amb molta cura les normes generals que s'indiquen tot seguit:

- En el cas d'haver de diluir àcid sulfúric, les precaucions han de ser màximes. La dilució es farà **SEMPRE** abocant l'àcid sobre l'aigua, lentament i agitant-ho.
- Si l'àcid sulfúric cau sobre la pell, s'ha de rentar la zona amb aigua, i després amb carbonat o bicarbonat de sodi. Finalment s'ha de cobrir la part afectada, si és possible, amb una lleugera capa de la pomada que hi ha a la farmaciola d'urgència del laboratori (liniment oleocalcari o un de semblant).
- Les ferides produïdes per altres àcids (níttric, clorhídric, etc.) s'han de rentar amb aigua i una dissolució diluïda de bicarbonat de sodi.
- En el cas d'àlcalis, la zona afectada s'ha de rentar amb força aigua corrent, i després amb una dissolució saturada d'àcid bòric o acètic a l'1 %. Tot seguit, la zona afectada s'ha d'assecar i cobrir amb una pomada d'àcid tànnic.
- Les cremades de brom s'han de tractar amb benzè o gasolina.
- Les cremades provocades per substàncies orgàniques (del tipus del fenol, etc.) s'han de rentar amb alcohol, aigua i sabó.
- Quan s'hagi d'escalfar un tub d'assaig, s'ha de fer inclinant el tub i escalfant la part superior del líquid, mai el fons. S'ha de procurar no apuntar als companys ni a un mateix.
- Els flascons o botelles que continguin gasos nocius s'han d'obrir sempre a la vitrina, mai a la taula de treball.
- Les aixetes (d'aigua, de gas, etc.) que no s'estiguin usant s'han de mantenir sempre tancades.
- Els materials inservibles com ara materials insolubles, papers de filtre, llumins apagats, etc., s'han de llençar als cubells, mai al desguàs.
- No s'ha de treballar sol al laboratori, ja que en cas d'accident no es podria rebre l'ajut necessari, cosa que podria tenir conseqüències molt greus.

VITRINES

Les reaccions en què hi hagi producció de qualsevol gas o vapor s'han de fer, sempre, a les vitrines, amb l'extractor funcionant i la guillotina tan baixa com es pugui. L'atmosfera del laboratori cal que estigui com més neta millor.

IMPORTANT

Està prohibit fumar al laboratori.

Està prohibit menjar i beure al laboratori, ja que hi ha la possibilitat que els aliments o les begudes es contaminin. Després de realitzar un experiment i abans de sortir del laboratori cal rentar-se sempre les mans.

4. GESTIÓ DELS RESIDUS

SABEU QUÈ HEU DE FER AMB ELS VOSTRES RESIDUS?

A les facultats de Ciències Experimentals estem treballant per a una correcta gestió mediambiental. Per això necessitem la vostra col·laboració.

Abans de llençar qualsevol producte que utilitzeu o sintetitzeu durant les pràctiques, llegiu amb atenció les següents instruccions sobre com gestionar de forma adient els vostres residus.

Recordeu que la realització correcta d'una pràctica implica no només la síntesi d'un determinat producte o la realització d'una determinada anàlisi, sinó també la correcta gestió dels residus que es generen.

Seguint aquestes senzilles instruccions, a més de familiaritzar-vos amb les pràctiques de bona gestió ambiental que es realitzen actualment a qualsevol empresa química, contribuïreu a conservar allò que tant necessitem: el medi ambient.

Tipus de residus que podeu generar al laboratori on us trobeu

Residus peril·losos o especials

Són els residus químics i el material contaminat amb productes químics, com ara guants, paper, vidre, etc. Aquest tipus de residus necessiten un tractament específic, raó per la qual no es poden llençar a les escombraries.

Residus banals

Es tracta de material no contaminat amb productes químics. Alguns d'aquests residus es poden reciclar. És el cas del paper, el vidre i els recipients lleugers (plàstic i llaunes), que es recolliran de manera selectiva. La resta de residus banals es consideraran com la fracció de rebuig, i es llençaran a les escombraries.

ON SÓN ELS CONTENIDORS DE RESIDUS?

Al laboratori trobareu diferents contenidors per a la correcta recollida de residus:

- Contenidors per a residus químics en estat líquid de naturalesa diferent.
- Contenidors per a residus químics en estat sòlid de naturalesa diferent.
- Contenidors on poder dipositar paper contaminat amb productes químics i guants.
- Contenidors per a recipients lleugers (alumini i plàstic no contaminat amb productes químics).
- Contenidors per a vidre net (no contaminat amb productes químics).
- Contenidors per a vidre contaminat amb productes químics (que no sigui punxant).
- Contenidors per a material punxant contaminat amb productes químics (hi heu de dipositar el vidre contaminat que sigui punxant, com capil·lars de vidre, pipetes Pasteur, etc.).
- Distribuïts pel laboratori trobareu també contenidors per a paper no contaminat amb productes químics (com fulls de llibreta, etc.).
- El laboratori disposa també d'un contenidor de residus per a la fracció de rebuig.

QUÈ HEU DE FER AMB ELS RESIDUS QUÍMICS QUE GENEUREU?

Als laboratoris de les facultats de Ciències Experimentals es genera un volum petit de residus, comparat amb qualsevol indústria química, però la varietat d'aquests residus és molt gran. Això suposa un problema a l'hora

de fer la recollida selectiva d'aquests residus, ja que, com sabeu, molts productes químics no es poden barrejar perquè poden reaccionar entre ells.

Per aquesta raó, a les zones del laboratori destinades a la recollida selectiva de residus químics (líquids i sòlids) trobareu diversos contenidors, convenientment etiquetats amb el nom dels residus que s'hi poden abocar i la seva perillositat. Abans d'abocar qualsevol residu llegiu amb atenció l'etiqueta del contenidor.

Al laboratori només trobareu contenidors per als tipus de residus químics que genereu, que corresponen als grups següents:

CATEGORIES DE RESIDUS	COLOR DE L'ETIQUETA
COMPOSTOS HALOGENATS	Taronja
COMPOSTOS NO HALOGENATS	Verd
SOLUCIONS ORGÀNIQUES O D'ALTA DQO	Blau cel
COMPOSTOS INORGÀNICS	Groc
ÀCIDS INORGÀNICS	Vermell
BASES INORGÀNIQUES	Blau
SÒLIDS CONTAMINATS/ ENVASOS CONTAMINATS	Lila
BIOPERILLOSOS (SANITARIS GRUP III)	Gris

Com veureu durant les pràctiques, en alguns casos, les característiques dels residus químics que es generen permeten abocar-los directament al desguàs. En altres casos, haureu d'efectuar un senzill tractament dels residus per tal d'eliminar o reduir la seva perillositat. És el cas, per exemple, dels residus d'àcids o de bases, que es poden neutralitzar. Per fer-ho, haureu d'utilitzar les solucions que trobareu preparades al laboratori.

Molt important:

- Gestioneu els vostres residus immediatament després de generar-los. D'aquesta manera evitareu possibles confusions i accidents.
- Els residus sòlids i els líquids s'han de recollir sempre separatament, sense mesclar-los.
- Per evitar possibles reaccions no desitjades, els residus s'han de segregar únicament segons la classificació establerta: no feu mescles de residus que pertanyin a diferents categories.
- Per motius de seguretat, els contenidors de residus s'han de mantenir sempre tancats: quan acabeu d'abocar-hi un residu, tanqueu-lo immediatament.
- No ompliu mai els contenidors de residus més d'un 90 % de la seva capacitat. D'aquesta manera evitareu possibles accidents per esquitxades, vessaments o sobrepressions. Si observeu que algun contenidor ja s'ha omplert fins al nivell de seguretat, comuniqueu-ho al professorat assignat a les pràctiques per tal que el reemplaci per un de nou.
- En el cas de vessament accidental d'un residu, si es tracta d'un sòlid l'haureu de recollir amb molta cura, evitant el contacte amb la pell. Si el vessament és de mercuri, al laboratori ha d'existir un absorbent específic per a mercuri. En el cas de vessament de líquids, al laboratori trobareu tres tipus d'absorbents: un per a àcids, un per a bases i un per a dissolvents orgànics. Consulteu el PNT sobre la utilització del kit de reactius per a vessaments al laboratori.
- En cas que observeu qualsevol deficiència, comuniqueu-la immediatament al professorat assignat a les pràctiques.

Recordeu que, al laboratori, compartiu equips, materials i espai amb la resta d'alumnat. Per tant, de tots els elements de seguretat, el més important és la vostra actitud personal.

SESSIÓ I

RESIDUS	TRACTAMENT
Solució aquosa de glucosa	Aboqueu-la al desguàs amb excés d'aigua
Solució aquosa d'etanol amb benzoat etílic	Aboqueu-la al contenidor de <i>solucions orgàniques o d'alta DQO</i> (demanda química d'oxigen)
Solució alcohòlica bàsica de sabó	Aboqueu-la al contenidor de <i>compostos no halogenats</i>
Solució d'oli i NaOH	Aboqueu-la al contenidor de <i>solucions orgàniques o d'alta DQO</i> (demanda química d'oxigen)
Barreges oli-sabó	Aboqueu-les al contenidor de <i>solucions orgàniques o d'alta DQO</i> (demanda química d'oxigen)
Emulsió de sabó i HCl	Aboqueu-la al contenidor de <i>solucions orgàniques o d'alta DQO</i> (demanda química d'oxigen)
Emulsió de sabó i Na ₂ SO ₄	Aboqueu-la al contenidor de <i>solucions orgàniques o d'alta DQO</i> (demanda química d'oxigen)
Solucions amb test de Felhing positiu	Aboqueu-les al contenidor de <i>compostos inorgànics</i> (residus sòlids de metalls pesants i d'altres metalls)
Solucions amb test de Felhing negatiu	Aboqueu-les al contenidor de <i>compostos inorgànics</i> (solucions de metalls pesants i d'altres metalls)

SESSIÓ II

RESIDUS	TRACTAMENT
Solucions aquoses neutres, àcides i bàsiques amb indicador	Aboqueu-les al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>
Solucions de Na_2CO_3 , de NaHCO_3 i de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ amb indicador	Aboqueu-les al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>
Solució bàsica de NH_3	Aboqueu-la al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions de compostos amoniacals)</i>
Solució bàsica amb MgCl_2	Aboqueu-la al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions d'òxids i hidròxids)</i>
Restes de HCl de la valoració	Aboqueu-les al <i>contenidor d'àcids inorgànics</i>
Restes de NaOH de la valoració	Aboqueu-les al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions d'òxids i hidròxids)</i>
Solucions valorades de HCl i de $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ amb indicador	Aboqueu-les al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>

SESSIÓ III

RESIDUS	TRACTAMENT
Solucions de la corba de valoració de la glicina amb indicador	Aboqueu-les al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>
Restes de NaOH de la valoració	Aboqueu-les al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions d'òxids i hidròxids)</i>
Tampó de glicina	Aboqueu-lo al <i>contenidor de compostos no halogenats (dissolucions de compostos orgànics)</i>
Solucions aquoses amb HCl	Aboqueu-les al <i>contenidor d'àcids inorgànics</i>
Solucions aquoses amb NaOH	Aboqueu-les al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions d'òxids i hidròxids)</i>
Paper indicador de pH	Aboqueu-lo al <i>contenidor de sòlids contaminats</i>

SESSIÓ IV

RESIDUS	TRACTAMENT
Solució àcida amb caseïna precipitada	Aboqueu-la al <i>contenidor d'àcids inorgànics</i>
Restes de solució d'ADN i etanol	Aboqueu-les al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>
Solucions de glucosa	Aboqueu-les al desguàs amb excés d'aigua
Solució de NaCl	Aboqueu-la al desguàs amb excés d'aigua
Solucions de HCl 0,1 M i H ₃ BO ₃ 0,1 M	Aboqueu-les al <i>contenidor d'àcids inorgànics</i>
Solucions de NaOH 0,1 M	Aboqueu-les al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions d'òxids i hidròxids)</i>
Solucions de NH ₄ OH 0,1 M	Aboqueu-les al <i>contenidor de bases inorgàniques (solucions de compostos amoniacals)</i>
Solució d'àcid acètic	Aboqueu-la al contenidor de <i>compostos no halogenats</i>
Clau de ferro recobert de coure	Aboqueu-lo al contenidor de <i>compostos inorgànics (residus sòlids de metalls pesants i d'altres metalls)</i>
Solucions de Cu ²⁺ i Fe ²⁺	Aboqueu-les al contenidor de <i>compostos inorgànics (solucions de metalls pesants i d'altres metalls)</i>
Solució àcida de Fe ²⁺	Aboqueu-la al contenidor de <i>compostos inorgànics (solucions de metalls pesants i d'altres metalls)</i>
Solucions amb fil d'aram	Aboqueu-les al contenidor de <i>compostos inorgànics (solucions de metalls pesants i d'altres metalls)</i>
Solució de la pila	Aboqueu-la al <i>contenidor de solucions orgàniques o d'alta DQO (demanda química d'oxigen)</i>