

PREGUNTAS RESOLTAS

AS ENCIMAS

- 1.- Explica cales son os principais factores que afectan á actividade encimática.
- 2.- Que é un inhibidor e de cantos tipos pode ser a acción que realizan?
- 3.- Diferenza entre cofactor e coenzima.
- 4.- Como se define a velocidade dun proceso encimático? Que efecto ten sobre ela a cantidade de substrato presente no medio de reacción?
- 5.- Onde actúan os encimas alostéricos?
- 6.- Define centro activo e complexo encima-substrato.
- 7.- Nos encimas alostéricos, é o mesmo o centro activo que o centro alostérico?
- 8.- Cita tres propiedades polas que podemos considerar aos encimas como catalizadores. Que é o centro activo?
- 9.- Diferenzas entre inhibición competitiva e non competitiva.
- 10.- Principais tipos de coenzimas.
- 11.- Explica que é un catalizador e por que é necesaria a súa existencia para que as células desenvolver a súa actividade.
- 12.- Que características posúen os encimas alostéricos?

PREGUNTAS RESOLTAS

AS COENCIMAS E VITAMINAS

- 1.- Define os seguintes termos: avitaminose, hipovitaminose e hipervitaminose.
- 2.- Sinala algúns coenzimas que teñan vitaminas na súa composición.
- 3.- Que son os coenzimas?
- 4.- Que son as vitaminas? Por que se denominan así?
- 5.- Indica para que serve: a) Vitamina B₁₂. b) Acedo ascórbico. c) Acedo nicotínico. d) Vitamina B₂. e) Vitamina B₁.
- 6.- Relación entre coenzimas e vitaminas.
- 7.- Sinala diferenzas entre vitaminas liposolubles e hidrosolubles.

SOLUCIÓN AS ENCIMAS:

- 1.- Explica cales son os principais factores que afectan á actividade encimática.

Solución: Os principais factores que afectan á actividade encimática son:

Temperatura: As reaccións controladas enzimáticamente teñen lugar dentro dun intervalo óptimo de temperaturas, fóra do cal ou non suceden, ou o fan lentamente. A temperaturas baixas, os encimas carecen de enerxía cinética suficiente para atoparse e unirse. Pola contra, temperaturas elevadas fan que o encima se desnaturalice.

pH: As reaccións metabólicas suceden, tamén, dentro dun intervalo óptimo de pH. As variacións de pH poden influír de varias maneiras: Se o centro activo contén aminoácidos con grupos ionizados, varían co pH. A ionización de aminoácidos que non

estean no centro activo pode provocar modificacións na conformación que tamén afecte á actividade. O substrato pode verse afectado polas variacións do pH.

2.- Que é un inhibidor e de cantos tipos pode ser a acción que realizan?

Solución: Os **inhibidores** son substancias específicas de distinta natureza, que se unen co encima en distintos puntos de este e diminúen parcial ou totalmente a súa actividade. Os inhibidores poden ser algún tipo de ion, algún composto orgánico, e, con frecuencia, adoita ser o produto final da reacción. Neste caso, á acción do inhibidor denomínalla **retroinhibición**. A acción que realizan os inhibidores denomínase **inhibición**, e pode ser de dous tipos: reversible e irreversible.

- **Reversible:** Neste caso, o inhibidor únese co encima de forma temporal e impide o seu normal funcionamento; non se destrúe o centro activo do encima e este recupera a súa actividade unha vez eliminado o inhibidor. Neste tipo de inhibición, o inhibidor únese ao encima mediante ligazóns débiles (pontes de hidróxeno, iónicos, etc.) que rompen con facilidade, quedando libre o encima, que recupera a súa actividade.

- **Irreversible:** Neste caso, o inhibidor únese de forma permanente co encima mediante ligazóns covalentes fortes, alterando a súa estrutura e inutilizándolo de forma indefinida; de aí o nome. A este tipo de inhibición tamén se lle denomina **envenenamento do encima**.

3.- Diferenza entre cofactor e coenzima.

Solución: Algúns encimas chamados **holoenzimas** son proteínas conxugadas, neles diferéncianse dous partes: unha parte proteica denominada **apoenzima**, e unha parte non proteica que recibe o nome de **cofactor**. Ambos os compoñentes (apoenzima e cofactor) son inactivos por si mesmos. Para ser activas, han de estar unidas, formando o holoenzima. Atendendo á súa natureza química, os cofactores poden ser: Ións metálicos (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , etc.) ou moléculas sinxelas. Moléculas orgánicas máis ou menos complexas. Neste caso chámanse **coenzimas**. Cando o coenzima está unido á apoenzima por ligazóns covalentes, denomínase **grupo prostético**. Por tanto, podemos dicir que, cofactores son a parte non proteica das holoenzimas, mentres que os coenzimas soamente serán aqueles cofactores que son moléculas orgánicas e que se unen de forma temporal ao apoenzima.

4.- Como se define a velocidade dun proceso encimático? Que efecto ten sobre ela a cantidade de substrato presente no medio de reacción?

Solución: A velocidade dunha reacción encimática mídese polo número de moléculas de substrato transformadas por unidade de tempo. Esta velocidade depende de varios factores, entre os que destacan a **eficacia do encima** e a **concentración de moléculas de encima e de substrato**. Mantendo constante a concentración do encima nunha reacción catalizada, obsérvase que **a velocidade da reacción aumenta a medida que incrementamos a concentración de substrato**. Este aumento da velocidade vai facéndose progresivamente máis lento, ata que, finalmente, grandes incrementos na concentración de substrato non aumentan de maneira significativa a velocidade da reacción. Neste punto, dicimos que se alcanzou a **velocidade máxima** ($V_{\text{máx}}$). Nestas condicións as moléculas encimáticas están saturadas polo substrato, e, por iso, non pode aumentarse a velocidade de transformación deste.

5.- Onde actúan os encimas alostéricos?

Solución: Os **encimas alostéricos** desempeñan un papel moi importante na regulación das reaccións metabólicas. Adoitan actuar en puntos estratéxicos das rutas metabólicas, como son a primeira reacción dunha ruta metabólica ou os puntos de ramificación dunha ruta metabólica. Frecuentemente, o substrato da primeira reacción da ruta metabólica actúa como modulador positivo ou **activador alostérico**; ao unirse co encima alostérico, provoca a aparición da conformación activa da encima. Nas rutas metabólicas non ramificadas, o produto final actúa como modulador negativo ou **inhibidor alostérico**, únese ao encima alostérico e provoca a aparición da conformación inactiva. Se a ruta metabólica se ramifica, o inhibidor da primeira encima alostérico é o metabolito do punto de ramificación, mentres que os produtos finais das ramificacións serán os inhibidores dos encimas alostéricos que actúan na primeira reacción despois da ramificación. A este proceso denomínaselle **inhibición feed-back** ou **retroinhibición**. Este proceso supón un aforro enerxético para o organismo, xa que o exceso de produto final inhibe a súa propia síntese nunha etapa temperá desta. Un exemplo de retroinhibición alostérica constitúeo a **síntese de isoleucina**, a cal se forma a partir de treonina mediante unha secuencia de cinco etapas, a primeira das cales está catalizada polo encima treonina desaminasa. Cando a concentración de isoleucina é elevada, esta únese ao centro alostérico do encima, provocando a súa inactivación. Cando a concentración diminúe, o encima recupera a súa actividade.

6.- Define centro activo e complexo encima-substrato.

Solución: O **centro activo** do encima é o lugar onde se localizan os grupos funcionais das cadeas laterais dos aminoácidos que realizan a acción catalítica. O centro activo únese ao substrato e ao grupo prostético, contribuindo, mediante a acción dos grupos funcionais activos, á formación ou á rotura das ligazóns. Para exercer a súa acción, a molécula encimática únese, de forma específica, á molécula de substrato, formando a **complexo encima-substrato**. Os encimas, como catalizadores que son, actúan diminuindo a enerxía de activación. O mecanismo de actuación é o seguinte: As moléculas encimáticas (**E**) únense de forma específica ás reaccionantes, que denominamos substratos (**S**). Nun primeiro paso, fórmase unha complexo encima-substrato (**ES**). Aquí, o encima induce cambios na molécula do substrato (ruptura ou redistribución de ligazóns, cambios nos grupos funcionais, etc.) que fan diminuír a súa enerxía de activación e conducen á formación do **produto final (P)** e á liberación do encima (**E**), inalterado, que pode actuar de novo.

7.- Nos encimas alostéricos, é o mesmo o centro activo que o centro alostérico?

Solución: Os **encimas alostéricos**, a diferenza do que ocorre cos demais encimas, posúen máis dun centro de actividade: o **centro activo** e o **centro alostérico ou centro regulador**; ambos os centros son diferentes e realizan funcións distintas. O centro activo dun encima alostérico é, do mesmo xeito que en calquera outro encima, a zona da superficie do encima por onde este únese ao substrato. Neste centro é onde se produce a acción catalítica. O centro alostérico ou centro regulador é unha zona do encima alostérico, diferente do centro activo, por onde estes encimas únense de

forma non covalente a unhas moléculas denominadas **moduladores ou efectores**. Estes moduladores ou efectores, ao unirse ao centro alostérico, provocan un cambio na conformación deste encima alostérico, que adoptará unha forma máis ou menos activa, dependendo de como sexa o modulador. Os moduladores poden ser de dous tipos: moduladores positivos ou activadores e moduladores negativos ou inhibidores.

- Os **moduladores positivos ou activadores**, ao unirse ao centro alostérico, provocan no encima alostérico o cambio da conformación inactiva (T) á activa (R).

- Se é o **modulador negativo ou inhibidor** o que se une ao centro alostérico, ocorre ao revés; é dicir, o encima alostérico pasa da conformación activa á inactiva.

8.- Cita tres propiedades polas que podemos considerar aos encimas como catalizadores. Que é o centro activo?

Solución: Os encimas son **biocatalizadores** que:

- **Aceleran reaccións** que sen a súa presenza non se desenvolverían ou o farían a velocidades incompatibles para a vida.

- **Actúan a baixas concentracións**, xa que non se alteran no transcurso da reacción.

- **A súa acción é específica**, xa que unha determinado encima tan só cataliza un tipo de transformación (especificidade de acción) dun determinado tipo de substrato (especificidade de substrato).

O centro activo do encima é o lugar onde se localizan os grupos funcionais das cadeas laterais dos aminoácidos que realizan a acción catalítica. O centro activo únese ao substrato e ao grupo prostético, contribuindo, mediante a acción dos grupos funcionais activos, á formación ou á rotura das ligazóns.

9.- Diferenzas entre inhibición competitiva e non competitiva.

Solución: Ambos os tipos de inhibición son reversibles; é dicir, o encima non se inutiliza de forma indefinida, senón que deixa de realizar a súa actividade de forma temporal.

- Na **inhibición competitiva**, o inhibidor é similar ao substrato; pódese unir ao centro activo do encima e impide que o faga o substrato. Por conseguinte, neste tipo de inhibición, inhibidor e substrato compiten por unirse ao centro activo do encima, de aí o seu nome. Esta inhibición pode superarse aumentando a concentración de substrato.

- Na **inhibición non competitiva**, o inhibidor non compite co substrato polo centro activo do encima. Neste tipo de inhibición, o inhibidor pode actuar de dúas formas: **Pode unirse co encima por unha zona diferente da do centro activo**: ao facelo modifica a súa conformación, e, con iso, dificulta que o encima se poida unir co substrato.

- Pode unirse co complexo E-S unha vez formado**, e isto impide ou dificulta a formación do produto. Este tipo de inhibición non se supera aumentando a concentración do substrato.

10.- Principais tipos de coenzimas.

Solución: Atendendo aos grupos químicos que transfiren, podemos dividir os coenzimas en tres grupos:

- **Coenzimas que interveñen en reaccións de transferencia de grupos fosfato**. Estes coenzimas son importantes pola gran cantidade de enerxía que acumulan nas ligazóns que unen ás moléculas de fosfato. Esta enerxía libérase cando estas ligazóns rompen. Por tanto, actúan transferindo enerxía duns procesos a outros. Estes coenzimas son

ribonucleótidos, entre os cales destacan, principalmente, os adenosín fosfatos: **adenosín monofosfato: AMP** = Adenina-ribosa-P adenosín monofosfato: **ADP** = Adenina-ribosa-P-P adenosín monofosfato: **ATP** = Adenina-ribosa-P-P-P.

- **Coenzimas que interveñen nas reaccións de óxido-redución**, transferindo hidróxenos (electróns) duns substratos a outros. Moitos deles son mono ou dinucleótidos que en ocasións teñen bases especiais. Aquí inclúense: **Piridín nucleótidos**: Son dinucleótidos, formados polo ribonucleótido da adenina e un nucleótido da nicotinamida. Comprende: **NAD (nicotinamida-adenina-dinucleótido)** : Nicotinamida-ribosa-P-ribosa-adenina. **NADP (nicotinamida-adenina-dinucleótido-fosfato)** Nicotinamida-ribosa-P-P-ribosa(P)-adenina **Flavín nucleótidos**: Son mono ou dinucleótidos que conteñen como base riboflavina. Aquí inclúense: **FMN (flavín mononucleótido)**: Riboflavina-P **FAD (flavín adenina dinucleótido)**: Riboflavina-P-P-ribosa-adenina

- **Coenzimas que interveñen na transferencia doutros grupos químicos**. Aquí inclúense, entre outros: O **coenzima A**, que intervéen na transferencia de grupos acetil duns substratos a outros. **Fosfato de piridoxal**, que transfire grupos amino.

11.- Explica que é un catalizador e por que é necesaria a súa existencia para que as células desenvolver a súa actividade.

Solución: Un **catalizador** é unha substancia que acelera unha reacción química ata facela instantánea ou case instantánea. As células desenvolven a súa actividade por medio dunha serie de reaccións químicas orgánicas. Se estas reaccións producísense sen catalizador, serían tan lentas que practicamente non levarían a cabo. Os catalizadores **aceleran as reaccións químicas ao diminuír a enerxía de activación**, necesaria para que as moléculas reaccionantes pasen ao estado de transición que, posteriormente, dará lugar á formación do produto.

12.- Que características posúen os encimas alostéricos?

Solución: As principais características que presentan os **encimas alostéricos** son as seguintes:

- Están formados, xeralmente, por **máis dunha cadea polipeptídica** (subunidade); por tanto, teñen estrutura cuaternaria.

- Posúen **varios centros reguladores** denominados **centros alostéricos**. Neles pódense fixar moduladores, que poden ser positivos ou activadores e negativos ou inhibidores. Estes encimas presentan dúas conformacións diferentes estables e interconvertibles, unha, activa, chamada **forma R** ou relaxada, que ten gran afinidade polo substrato, e a outra inactiva, chamada **forma T** ou tensa, que ten baixa afinidade polo substrato. O paso dunha conformación a outra prodúcese ao fixarse no centro regulador un **modulador**. O paso da forma T (inactiva) á forma R (activa) prodúcese ao fixarse ao centro regulador un modulador positivo ou activador alostérico. O paso da forma R á forma T prodúcese ao fixarse ao centro regulador un modulador negativo ou inhibidor alostérico. Presentan efecto cooperativo entre as subunidades que as forman; é dicir que a activación ou inhibición dunha delas produce o mesmo efecto en todas as demais. A cinética dos encimas alostéricos é diferente da dos demais encimas. Nos encimas alostéricos, a gráfica da velocidade da reacción en función da concentración do substrato é unha **curva sigmoidea**, mentres que no resto das encimas é hiperbólica.

SOLUCIÓN AS COENZIMAS E VITAMINAS:

1.- Define os seguintes termos: avitaminose, hipovitaminose e hipervitaminose.

Solución: As vitaminas necesítanse en cantidades moi pequenas, da orde duns poucos miligramos, ou mesmo microgramos, por día. As necesidades diarias de cada tipo de vitamina varían duns individuos a outros, dependendo de diversos factores, tales como especie, idade, actividade, etc. As alteracións nas cantidades de vitaminas que se inxeren diariamente producen trastornos metabólicos máis ou menos graves. Estes trastornos son de tres tipos:

Avitaminose: A avitaminosis é unha enfermidade carencial orixinada pola ausencia total dun determinado tipo de vitamina. En casos extremos, esta enfermidade pode chegar a ser mortal.

Hipovitaminose: É unha enfermidade carencial producida polo déficit dunha determinada vitamina. Esta alteración prodúcese con máis frecuencia que a avitaminose, e adóitase corrixir coa inxestión da vitamina na que se é deficitario.

Hipervitaminose: É unha alteración producida polo consumo excesivo de vitaminas liposolubles, xa que ao non ser solubles en auga non se poden eliminar polo ril, e acumúlanse en certos órganos, como o fígado, podendo ocasionar trastornos.

2.- Sinala algúns coenzimas que teñan vitaminas na súa composición.

Solución: Moitas vitaminas actúan como coenzimas ou están a formar parte da composición dalgúns coenzimas. Algúns dos coenzimas que son vitaminas ou que teñen vitaminas na súa composición son os seguintes: **NAD** (Nicotinamida-adenina-dinucleótido) e o **NADP** (Nicotinamida-adenina-dinucleótido-fosfato) conteñen na súa composición acido nicotínico ou vitamina PP ou B₃. Este coenzima intervéen na transferencia de hidróxenos. **FMN** (flavín mononucleótido) e **FAD** (flavín adenina dinucleótido); conteñen na súa composición riboflavina ou vitamina B₂. Interven en na transferencia de hidróxenos. Coenzima A; contén na súa composición acido pantoténico ou vitamina B₅. Intervén na transferencia de grupos acetil. TPP (Pirofosfato de tiamina); contén na súa composición tiamina ou vitamina B₁. Intervén na transferencia de grupos aldehídos. **Fosfato de piridoxal**; contén na súa composición piridoxina ou vitamina B₆. Intervén na transferencia de grupos amino.

3.- Que son os coenzimas?

Solución: Os **coenzimas** son moléculas moi diversas de natureza orgánica, que se unen mediante ligazóns débiles, e normalmente de forma temporal, ao apoenzima inactivo, para formar o holoenzima activo. Ás veces, os coenzimas son moléculas orgánicas de gran complexidade; algunhas non son sintetizadas polos animais que as incorporan mediante a dieta das plantas e dos microorganismos. Os coenzimas non adoitan ser específicos dun só tipo de apoenzimas. Os coenzimas adoitan ser portadores transitorios de diferentes grupos químicos, e actúan nas reaccións encimáticas como dadores ou receptores dos devanditos grupos entre un substrato e outro.

4.- Que son as vitaminas? Por se denominan así?

Solución: As **vitaminas** son compostos orgánicos de composición moi variada, imprescindibles para o correcto funcionamento do organismo (desenvolvemento, crecemento, reprodución, etc.). Son sintetizadas por vexetais, fungos e

microorganismos, pero non polos animais, salvo algunhas excepcións (as aves sintetizan vitamina C, os ruminantes sintetizan algunha vitamina B); por iso, temos que incorporalas formando parte da dieta, como tales vitaminas ou en forma de provitaminas (substancias transformables no organismo en vitaminas). Algunhas actúan como coenzimas ou forman parte delas, e outras interveñen en funcións especializadas. Debido á función catalítica ou especializada que realizan, necesítanse en cantidades moi pequenas. A súa falta ocasiona trastornos máis ou menos graves para o organismo. As vitaminas altéranse facilmente mediante a calor, a luz, as variacións de pH, o almacenamento prolongado, etc. O termo vitamina, que significa aminas necesarias para a vida, foi utilizado por primeira vez en 1912 polo bioquímico polaco Funk, debido a que a primeira que se descubriu, que foi a B₁, tiña na súa composición un grupo amino. Hoxe séguese utilizando este nome, aínda que se sabe que moitas delas carecen de grupos amino. As vitaminas désígnanse de varias formas: mediante unha letra maiúscula que en ocasións vai seguida dun subíndice (C, B₃, etc); tamén llas adoita nomear co nome da enfermidade carencial que orixina a súa deficiencia (antiescorbútica), e, hoxe día, adóitallas designar co nome do composto químico que as forma (acido ascórbico).

5.- Indica para que serve: a) Vitamina B₁₂. b) Acido ascórbico. c) Acido nicotínico. d) Vitamina B₂. e) Vitamina B₁.

Solución:

a) Cianocobalamina. A vitamina B₁₂ químicamente é a cianocobalamina. Está formada por un anel porfirínico que contén no seu interior un átomo de cobalto.

b) Intervén na síntese de colágeno e estimula a absorción de ferro. O ácido ascórbico é a vitamina C; entre outras, cousas intervén na síntese de colágeno e estimula a absorción do ferro.

c) Pelagra. O ácido nicotínico é a vitamina P-P ou B₃. O seu déficit agudo produce unha enfermidade carencial denominada pelagra. A esta enfermidade denomínalla a enfermidade das tres d porque produce: dermatitis, diarrea e demencia.

d) FAD e FMN. A vitamina B₂ ou riboflavina forma parte dos coenzimas: FMN (flavín mononucleótido) e FAD (flavín adenín dinucleótido) que se unen encimas que interveñen en reaccións de óxido-redución.

e) Anti beri-beri. O déficit agudo de vitamina B₁ produce unha enfermidade carencial denominada beri-beri, que se caracteriza por dexeneración das neuronas, afeccións cardíacas, parálises musculares.

6.- Relación entre coenzimas e vitaminas.

Solución: As **vitaminas** e os **coenzimas** están estreitamente relacionados entre si. Isto débese a que moitas vitaminas ou compostos derivados delas, especialmente do grupo das vitaminas hidrosolubles, actúan como coenzimas ou forman parte de coenzimas ou son precursores deles. Debido á súa función catalítica, necesítanse en pequenas cantidades. A súa falta impide un correcto funcionamento dos encimas coas que actúan como coenzima, podendo dar lugar a importantes alteracións metabólicas.

7.- Sinala diferenzas entre vitaminas liposolubles e hidrosolubles.

Solución: Ás vitaminas clasifícanse atendendo á súa solubilidade en dous grandes grupos: liposolubles e hidrosolubles.

Vitaminas liposolubles: Son de carácter lipídico e, por tanto, son insolubles en auga e solubles en disolventes orgánicos. As vitaminas deste grupo son terpenos ou esteroides. Estas vitaminas non actúan como coenzimas nin forman parte delas. Se se toman en exceso, debido ao seu insolubilidade en auga, non se excretan polos ouriños e pódense acumular, orixinando, nalgúns casos, trastornos. A este grupo pertencen as vitaminas A, D, E e K.

Vitaminas hidrosolubles: Son solubles en auga, como indica o seu nome. A maior parte das vitaminas deste grupo son coenzimas ou forman parte de coenzimas. Debido a que son solubles en auga, se se toman en exceso non resultan tóxicas, debido a que se eliminan facilmente a través do ril, formando parte dos ouriños. A este grupo pertencen as vitaminas do grupo B e a vitamina C.