

**Daniel Dapena Cabezas**

**Pol Casas Nogués**

***APROXIMACIÓ EMPÍRICA A LES FINANCES  
DESCENTRALITZADES: ESTUDI PRÀCTIC EN DOS PROTOCOLS  
DE LIQUIDITAT***

***APROXIMACIÓN EMPÍRICA A LAS FINANZAS DESCENTRALIZADAS: ESTUDIO  
PRÁCTICO EN DOS PROTOCOLOS DE LIQUIDEZ***

***EMPIRICAL APPROACH TO DECENTRALIZED FINANCE: PRACTICAL STUDY IN TWO  
LIQUIDITY PROTOCOLS***

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Economia i Empresa**

**Doble grau en ADE + FiC**



**FACULTAT D'ECONOMIA i EMPRESA  
Universitat Rovira i Virgili**

**Reus**

**16 de Maig de 2025**

<b>Títol, resum i paraules clau</b>	<b>2</b>
<b>Presentació</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducció</b>	<b>7</b>
1.1. Introducció i motivació del treball	7
1.2. Objectius del treball	8
1.3. Metodologia	8
<b>2. Les Finances Descentralitzades</b>	<b>10</b>
2.1. Què són les DeFi?	10
2.2. Blockchain	11
2.2.1. El trilema de blockchain	12
2.2.2. La solució al trilema: Les Layers a la Blockchain	17
Layer 1	18
Layer 2	18
<b>3. Aplicacions Pràctiques de les DeFi</b>	<b>20</b>
3.1. Exchanges descentralitzats (DEXs)	20
3.1.1. Pools de Liquiditat (Liquidity Pools)	21
3.1.2. Intercanvi entre Usuaris (P2P)	22
3.1.3. Tipus de DEXs	23
3.2. Préstecs descentralitzats	24
3.3. Estalvi descentralitzat	25
3.4. Stablecoins i la seva utilitat	26
3.4.1. Característiques clau de les stablecoins	27
3.4.2. Tipus de Stablecoins	27
<b>4. Anàlisi de les principals Blockchains</b>	<b>31</b>
4.1. Ethereum: Líder en el mercat DeFi	31
4.2. Binance Smart Chain: velocitat i costos baixos	32
4.3. Solana: eficiència i escalabilitat	33
<b>5. Part pràctica: Anàlisi comparativa d'estratègies DeFi</b>	<b>35</b>
5.1. Introducció i objectius de l'anàlisi	35
5.2. Disseny de l'experiment i metodologia	35
5.3. Execució de les estratègies: descripció detallada	36
5.3.1. Preparació inicial i realització de swaps	36
5.3.2. Selecció del rang per a ambdues xarxes.	39
5.3.3. Provisió de liquiditat a PancakeSwap (BNB Chain)	40
5.3.4. Estratègia de yield farming a Pancakeswap	42
5.3.5. Provisió de liquiditat a Uniswap v3 (Arbitrum One)	45
5.4. Resultats comparatius de rendiment i gestió	52
5.4.1. Resultats a PancakeSwap	52
5.4.2. Resultats a Uniswap v3	52
5.5. Anàlisi comparatiu d'estratègies i plataformes	53
<b>6. Conclusions</b>	<b>55</b>
<b>7. Referències bibliogràfiques</b>	<b>57</b>
<b>8. Annexos</b>	<b>61</b>

## **Títol, resum i paraules clau**

### **CATÀLA**

#### **Títol:**

*Aproximació empírica a les finances descentralitzades: estudi pràctic en dos protocols de liquiditat*

#### **Resum:**

Aquest treball de fi de grau explora el funcionament pràctic de les finances descentralitzades (DeFi) mitjançant una anàlisi comparativa entre dues de les plataformes més utilitzades: Uniswap v3 i PancakeSwap v3. A través de la realització d'operacions reals en ambdues xarxes —Arbitrum One i BNB Chain respectivament— s'estudien dues estratègies representatives dins l'ecosistema DeFi: la provisió de liquiditat i el yield farming.

El treball combina una base teòrica sòlida amb una part pràctica empírica que permet valorar les diferències entre plataformes i protocols en termes de rendibilitat, costos de transacció, gestió operativa, riscos i requeriments tècnics. L'anàlisi posa especial èmfasi en les condicions de mercat, les decisions de rang de preus, la variabilitat dels APRs i les comissions generades. A més, s'avalua el temps i seguiment requerit per part de l'usuari, així com l'experiència global d'ús en cada cas.

Els resultats obtinguts mostren que, tot i que els protocols comparteixen estructura bàsica (model AMM), hi ha diferències significatives pel que fa a la usabilitat, eficiència i rendiment. Aquesta comparativa aporta una visió crítica i aplicada de les estratègies DeFi, útil per a usuaris, desenvolupadors i investigadors que busquin entendre les oportunitats reals i els riscos associats a aquestes plataformes emergents.

#### **Paraules clau:**

Finances descentralitzades, provisió de liquiditat, yield farming

## **CASTELLANO**

### **Título:**

Aproximación empírica a las finanzas descentralizadas: estudio práctico en dos protocolos de liquidez

### **Resumen:**

Este trabajo de fin de grado analiza el funcionamiento práctico de las finanzas descentralizadas (DeFi) mediante una comparación entre dos de las plataformas más relevantes del ecosistema: Uniswap v3 y PancakeSwap v3. A través de la ejecución de operaciones reales en las redes Arbitrum One y BNB Chain respectivamente, se exploran dos estrategias clave: la provisión de liquidez y el yield farming.

El estudio integra un enfoque teórico con una vertiente práctica que permite evaluar diferencias en rentabilidad, comisiones, complejidad de gestión, riesgos asociados y experiencia de usuario. Se presta especial atención a la elección de rangos de precios, la acumulación de comisiones, la variación de los APRs y la carga operativa que cada estrategia exige. Asimismo, se analiza el tiempo requerido para monitorizar y gestionar cada posición.

Los resultados reflejan contrastes claros entre plataformas, a pesar de compartir un modelo AMM común. El análisis proporciona una perspectiva crítica que puede ser de gran utilidad tanto para inversores como para desarrolladores y académicos interesados en comprender el funcionamiento real y la viabilidad de las estrategias DeFi.

### **Palabras clave:**

Finanzas descentralizadas, provisión de liquidez, *yield farming*

## **ENGLISH**

### **Title:**

*Empirical approach to decentralized finance: practical study in two liquidity protocols*

### **Abstract:**

This undergraduate thesis explores the practical operation of decentralized finance (DeFi) through a comparative analysis of two of the most widely used platforms: Uniswap v3 and PancakeSwap v3. By executing real transactions on the Arbitrum One and BNB Chain networks respectively, the study investigates two representative DeFi strategies: liquidity provision and yield farming.

Combining a strong theoretical foundation with hands-on experimentation, the analysis evaluates differences in profitability, transaction costs, operational complexity, risks, and user experience. Special attention is given to price range decisions, APR fluctuations, fee accumulation, and the time commitment required for strategy monitoring and management.

Findings reveal that, despite both platforms operating under the AMM model, there are notable differences in terms of efficiency, usability, and returns. This applied comparison offers a valuable perspective for users, developers, and researchers seeking to better understand the opportunities and limitations of decentralized finance strategies.

### **Keywords:**

Decentralized finance, liquidity pool, yield farming

## Presentació

L'elecció d'aquest tema neix de l'interès creixent que han despertat les finances descentralitzades (DeFi) dins l'àmbit econòmic i tecnològic actual. En un context de transformació digital i d'emergència de nous models financers, explorar les DeFi ofereix l'oportunitat d'analitzar una alternativa innovadora al sistema tradicional, basada en la blockchain i els contractes intel·ligents. Aquesta motivació s'ha traduït en un estudi aplicat centrat en dues plataformes capdavanteres del sector: Uniswap v3 i PancakeSwap v3.

Al llarg del grau en Finances i Comptabilitat, s'han adquirit eines clau per afrontar aquesta recerca. Assignatures com *Mercats i Actius Financers II* han contribuït a entendre la lògica de funcionament de productes d'inversió i dinàmiques de mercat, mentre que *Anàlisi dels Estats Financers* ha ajudat a desenvolupar una mirada crítica sobre la rendibilitat i el risc, útil també en l'avaluació de les estratègies DeFi. Tot i que aquestes assignatures no tractaven directament les finances descentralitzades, han proporcionat la base conceptual per abordar-les amb criteri financer.

El Treball de Fi de Grau ha estat, en aquest sentit, una oportunitat per connectar teoria i pràctica, i per explorar com aquestes noves eines poden tenir un impacte real, aportant una visió crítica i aplicada sobre el seu funcionament, més enllà de la seva dimensió especulativa.

## **1. Introducció**

### **1.1. Introducció del treball**

En els darrers anys, les finances descentralitzades (DeFi) han irromput amb força en el panorama econòmic digital, posant en qüestió molts dels fonaments del sistema financer tradicional. Impulsades per la tecnologia blockchain i el potencial dels contractes intel·ligents, les DeFi ofereixen una proposta radical: operar sense intermediaris, de manera oberta, automatitzada i accessible per a tothom amb connexió a Internet. Aquest canvi de paradigma ha captat l'interès d'un públic cada vegada més ampli, des d'inversors individuals fins a institucions i desenvolupadors. I és que la promesa de millors rendiments, menys barreres d'entrada i una arquitectura oberta no només desperta entusiasme, sinó que també planteja preguntes complexes i profundes.

A través d'una anàlisi aplicada en dues de les plataformes més consolidades —Uniswap v3 i PancakeSwap v3— s'ha volgut baixar a terra els conceptes teòrics i veure de primera mà com és operar dins l'ecosistema DeFi, per tal d'aportar una mirada crítica i fonamentada sobre la seva viabilitat, la seva gestió i les oportunitats i riscos reals que comporta.

Per tant, amb l'experiència directa i l'anàlisi empírica, es busca oferir una visió informada que pugui servir tant a usuaris que volen endinsar-se en aquest entorn com a acadèmics i professionals interessats en el seu desenvolupament. Pensem que les DeFi poden representar una peça clau en el futur de les finances, però només si som capaços d'entendre'n les regles, els riscos i les possibilitats reals que ofereixen.

### **1.2. Objectius del treball**

L'objectiu central d'aquest treball és analitzar i comparar de manera pràctica el funcionament de dues de les plataformes més representatives de l'ecosistema de finances descentralitzades (DeFi): Uniswap v3 i PancakeSwap v3. A través de la realització d'operacions reals de provisió de liquiditat i yield farming, es pretén observar com varien els resultats segons el protocol, la xarxa blockchain i l'estratègia emprada. Aquesta comparació empírica permetrà avaluar tant la rendibilitat obtinguda com els riscos assumits, així com la càrrega operativa que suposa per a l'usuari gestionar una posició activa dins d'aquest tipus de protocols.

Més enllà de l'anàlisi comparativa, el treball persegueix també diversos objectius complementaris que ajuden a contextualitzar i interpretar millor els resultats obtinguts. En primer lloc, es pretén oferir una explicació clara i estructurada sobre com funcionen les DeFi, destacant-ne els principals avantatges i riscos respecte al sistema financer tradicional. Es fa especial èmfasi en conceptes clau com els Exchanges Descentralitzats (DEXs), els pools de liquiditat, els contractes intel·ligents i les estratègies de staking i yield farming, amb l'objectiu de proporcionar una base teòrica sòlida que permeti comprendre i sostingui les operacions pràctiques

En segon lloc, es busca analitzar el paper fonamental que tenen les diferents blockchains dins del desenvolupament de les DeFi. Per aquest motiu, s'inclou una anàlisi tècnica i funcional d'algunes de les xarxes més utilitzades, com Ethereum, BNB Chain i Solana, tenint en compte aspectes com la seva escalabilitat, el cost de les transaccions, la seguretat o la compatibilitat amb protocols DeFi.

Així, aquest treball pretén oferir una mirada aplicada i realista, aportant coneixement útil pels usuaris que vulguin entendre millor el potencial i els límits de les finances descentralitzades.

### **1.3. Metodologia**

La metodologia s'estructura en dues fases principals: una anàlisi teòrica i una comparativa pràctica entre les principals blockchains que donen suport a aplicacions DeFi.

En primer lloc, es durà a terme una revisió bibliogràfica exhaustiva per establir els fonaments teòrics del treball. Aquesta fase permetrà definir els conceptes bàsics de les DeFi, comprendre el paper de la tecnologia blockchain en aquestes aplicacions i identificar les característiques clau de les xarxes analitzades. Aquesta part teòrica s'abordarà a partir de fonts acadèmiques, informes tècnics, whitepapers i altres recursos rellevants per proporcionar un marc sòlid per a l'estudi.

La part pràctica del treball es centrarà en una comparativa detallada entre diferents xarxes blockchain. Per a aquesta anàlisi, s'avaluaran mètriques concretes que permetin determinar el rendiment i les capacitats de cada xarxa.

Per a il·lustrar aquestes comparacions, s'utilitzaran exemples pràctics que inclouran transaccions reals executades en diferents protocols DeFi dins de les xarxes seleccionades.



Aquestes transaccions serviran per demostrar com funciona cada blockchain en la pràctica, oferint dades concretes sobre costos, temps d'execució i experiència d'usuari.

Finalment, els resultats de l'anàlisi es presentaran de manera estructurada, permetent identificar les fortaleeses i debilitats de cada xarxa blockchain en el context DeFi. Aquesta metodologia proporcionarà una visió clara i comparativa del rendiment i la viabilitat de les xarxes analitzades.

## 2. Les Finances Descentralitzades

### 2.1. Què són les DeFi?

Les Finances Descentralitzades (DeFi, per les seves sigles en anglès, Decentralized Finance) representen una revolució en el sistema financer tradicional, basada en la utilització de tecnologies descentralitzades com ara la blockchain i els contractes intel·ligents (smart contracts) (Aquilina, Frost, & Schrimpf, 2023). Aquest paradigma neix com a resposta a la necessitat de crear un ecosistema financer obert, accessible i lliure de les estructures jeràrquiques que caracteritzen les institucions bancàries i financeres convencionals. En essència, les DeFi permeten realitzar operacions financeres —com préstecs, estalvis, inversions o intercanvis d'actius— sense intermediaris, mitjançant protocols informàtics autònoms i xarxes distribuïdes (Chen & Bellavitis, 2020).

El nucli de les DeFi rau en la descentralització. A diferència dels sistemes tradicionals, on una entitat central (com un banc) valida i registra les transaccions, les DeFi operen en xarxes de blockchain públiques, com Ethereum, que funcionen amb nodes distribuïts globalment (Song et al., 2024). Això garanteix que cap organització o individu tingui el control absolut sobre el sistema, fomentant la transparència i la resistència a la censura. Els contractes intel·ligents o smart contracts, programes autoejecutables que es despleguen a la blockchain, són la peça clau que automatitza els acords entre les parts, eliminant la necessitat de confiança en tercers (Buterin, 2014).

Una de les característiques distintives de les DeFi és la seva accessibilitat global. Qualsevol persona amb connexió a Internet pot accedir a serveis financers sense necessitat de complir amb requisits burocràtics o geogràfics (Grassi et al., 2022). Això obre portes a la inclusió financera de milions de persones no bancaritzades o infra bancaritzades, especialment en regions en desenvolupament. A més, la interoperabilitat entre diferents protocols DeFi permet als usuaris combinar serveis de manera flexible (per exemple, utilitzar un préstec descentralitzat per invertir en un altre producte), cosa que fomenta la innovació i la personalització (Gudgeon et al., 2020).

Entre els serveis més destacats dins de l'ecosistema DeFi trobem:

- Exchange Descentralitzats (DEX): Plataformes com Uniswap o PancakeSwap, que permeten intercanviar criptoactius directament entre usuaris, sense dipositar fons en un exchange centralitzat (Aspris et al., 2021).

- Mercats de Préstecs: Protocols com Aave o Compound, on els usuaris poden prestar els seus actius digitals a canvi d'interessos o demanar crèdits mitjançant col·lateralització (Mohan, 2022).
- Agricultura de Rendiment (Yield Farming): Estratègies per obtenir rendiments mitjançant la participació en pools de liquiditat o l'estalvi en determinats protocols (Angeris & Chitra, 2020).
- Actius Sintètics i Derivats: Creació d'actius digitals que reflecteixen el valor de béns del món real (com or o accions) sense necessitat d'intermediaris (Caldarelli, 2021).

No obstant, les DeFi també presenten reptes i riscos significatius. La falta de regulació clara pot facilitar pràctiques fraudulentas o l'aparició de rug pulls, on els desenvolupadors abandonen un projecte després de recaptar fons (Zetzsche et al., 2020). A més, els contractes intel·ligents, tot i la seva eficàcia, poden contenir errors de codi explotables, com han demostrat diversos atacs a protocols com Poly Network o Wormhole (Grigo et al., 2020). La volatilitat inherent als criptoactius i la complexitat tècnica d'alguns serveis també requereixen un nivell elevat de formació per part dels usuaris.

En conclusió, les DeFi són molt més que una simple adaptació de les finances tradicionals a l'entorn digital: són una redefinició radical dels principis d'accessibilitat, transparència i autonomia en el sector financer. Tot i que el seu potencial per democratitzar l'accés als serveis financers és immens, el seu èxit a llarg termini dependrà de la capacitat per abordar els riscos actuals i integrar-se de manera harmoniosa amb els marcs legals i tecnològics emergents.

## **2.2. Blockchain**

La blockchain, o cadena de blocs, és una tecnologia innovadora que permet l'emmagatzematge i transmissió d'informació de manera segura, transparent i immutable. Es tracta d'una base de dades distribuïda en la qual les dades s'emmagatzemen en blocs connectats de forma seqüencial mitjançant mecanismes criptogràfics (Zheng et al., 2017). Cada bloc conté un conjunt de transaccions verificades i un enllaç al bloc anterior, formant així una cadena inalterable d'informació (Nakamoto, 2008).

El funcionament de la blockchain es basa en un model descentralitzat, on la informació no depèn d'un únic servidor o entitat central, sinó que es replica en múltiples nodes de la xarxa

(Zetsche et al., 2020). Això significa que qualsevol canvi en la informació requereix el consens de la majoria dels participants, fent que la manipulació de dades sigui pràcticament impossible. A més, mitjançant algoritmes de consens com Proof of Work (PoW) o Proof of Stake (PoS), s'assegura que només les transaccions legítimes siguin afegides a la cadena (Schär, 2021).

Una de les grans aplicacions de la blockchain és en el sector financer, especialment en les finances descentralitzades (DeFi), però el seu potencial s'estén a molts altres àmbits com la logística, la salut, la identitat digital i la governança (Monga & Singh, 2022). Gràcies als seus principis de descentralització, transparència i seguretat, aquesta tecnologia ofereix un model més just i fiable per gestionar informació i actius digitals sense la necessitat d'intermediaris

### **2.2.1. El trilema de blockchain**

Aquesta tecnologia ha revolucionat la manera com es concep la confiança, la seguretat i la gestió de dades dins del món digital i financer (Schär, 2021). Tot i les seves múltiples virtuts, la blockchain no està exempta de limitacions tècniques i conceptuals. Un dels reptes més rellevants que afronta el desenvolupament de sistemes blockchain és el que es coneix com el trilema de la blockchain, un concepte popularitzat per Vitalik Buterin, cofundador d'Ethereum (Buterin, 2014).

Aquest trilema parteix de la premissa que és extremadament difícil que una blockchain pugui optimitzar simultàniament tres propietats fonamentals: descentralització, seguretat i escalabilitat. La teoria estableix que qualsevol intent de maximitzar dues d'aquestes característiques acostuma a comprometre la tercera (Zheng et al., 2017). Així, si una xarxa està fortament descentralitzada i segura, pot presentar limitacions pel que fa a l'escalabilitat; si és molt escalable i segura, probablement sacrificarà part de la descentralització; i si prioritza l'escalabilitat i la descentralització, pot exposar-se a vulnerabilitats de seguretat.

Aquest dilema representa un desafiament tècnic profund perquè afecta tant el disseny dels protocols com les decisions estratègiques sobre l'arquitectura de les xarxes distribuïdes (Grassi et al., 2022). Les diferents blockchains existents han adoptat enfocaments diversos per gestionar aquest equilibri, depenent dels seus objectius i casos d'ús. Algunes, com Bitcoin, han prioritzat la seguretat i la descentralització, mentre que altres, com Solana o

Binance Smart Chain, han optat per sistemes més escalables, però amb un cert grau de centralització.

Comprendre aquest trilema és fonamental per analitzar les fortaleses i febleses dels diferents protocols blockchain, així com per valorar les innovacions que s'estan desenvolupant per mitigar les tensions entre aquests tres aspectes (Xu et al., 2022). En els següents apartats s'exploraran en detall cadascun dels tres components del trilema, amb l'objectiu de mostrar com s'interrelacionen i quines són les implicacions pràctiques per al futur de la tecnologia blockchain.

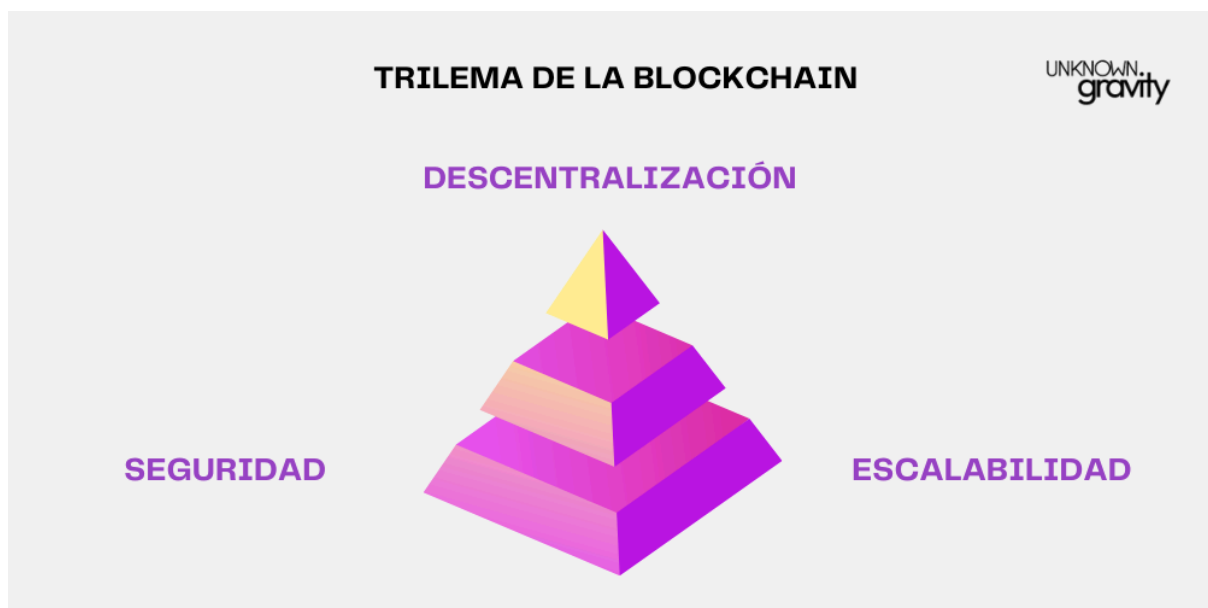


Figura 1. La importància de la descentralització en blockchain (Unknown Gravity, s.f.)

### **Descentralització**

La descentralització és un dels pilars fonamentals sobre els quals se sustenta la tecnologia blockchain. En els sistemes tradicionals, la gestió i emmagatzematge de dades depenen d'una entitat centralitzada, com un banc, una empresa o una institució governamental. En contrast, la blockchain opera sobre una xarxa distribuïda en què la informació es reproduïx i s'emmagatzema en múltiples nodes situats en diferents parts del món (Zetzsche, Arner, & Buckley, 2020). Això elimina la necessitat d'intermediaris i atorga als usuaris un major control sobre les seves pròpies dades i actius digitals.

Un dels principals beneficis de la descentralització és la resistència a la censura. Com que no existeix un punt únic de control, resulta extremadament difícil per a una entitat o govern intervenir en la xarxa per modificar o bloquejar transaccions. Això és especialment rellevant en entorns on les llibertats individuals poden veure's restringides per sistemes financers centralitzats que imposen barreres a certs usuaris o activitats econòmiques (Grassi et al., 2022).

Un altre aspecte clau de la descentralització és la seva capacitat per millorar la seguretat i la fiabilitat del sistema. En els models centralitzats, un atac informàtic que comprometi el servidor principal pot portar a la pèrdua o manipulació de dades. En una blockchain descentralitzada, tanmateix, qualsevol canvi en la informació ha de ser validat per una majoria dels nodes de la xarxa, cosa que fa que sigui extremadament difícil alterar dades sense el consens de la comunitat (Caldarelli & Ellul, 2021). A més, fins i tot si alguns nodes fallen, la xarxa pot continuar operant sense interrupcions, garantint així una major disponibilitat (Xu et al., 2022).

No obstant això, la descentralització també presenta desafiaments, com l'escalabilitat i l'eficiència. En dependre d'un mecanisme de consens distribuït, algunes blockchains poden experimentar velocitats de transacció més lentes en comparació amb sistemes centralitzats. Per mitigar aquest problema, s'han desenvolupat solucions com les cadenes laterals (sidechains), les xarxes de segona capa i els protocols de consens més eficients, que permeten millorar el rendiment sense comprometre la seguretat ni la descentralització (Amler et al., 2021).

### **Escalabilitat**

L'escalabilitat és un dels aspectes més crítics en el desenvolupament de les blockchains. Fa referència a la capacitat d'una xarxa distribuïda per gestionar un gran volum de transaccions sense comprometre-ne el rendiment ni la seguretat. Aquest concepte es pot entendre com la rapidesa amb què els participants d'una xarxa peer-to-peer arriben a un consens sobre l'estat actual de la blockchain. En termes tècnics, es pot expressar com el quocient entre la mida màxima del bloc i l'interval de temps entre blocs (Croman et al., 2016).

Una manera directa d'intentar millorar l'escalabilitat és augmentant la mida dels blocs o reduint el temps entre cada bloc. Tot i això, existeixen limitacions externes com la capacitat

de càlcul, l'amplada de banda i l'espai d'emmagatzematge que dificulten aquesta solució (Buterin, 2021). Això obliga a buscar alternatives internes, que sovint deriven en compromisos entre altres elements del trilema de la blockchain, com la descentralització.

Un exemple d'això són els protocols de consens basats en Proof of Stake (PoS), que milloren l'escalabilitat reduint el nombre de nodes validadors autoritzats a crear i confirmar blocs. Aquesta reducció en la comunicació entre nodes fa que el sistema sigui més àgil, però pot suposar una pèrdua de descentralització. En canvi, els protocols Proof of Work (PoW) no distingeixen entre nodes, oferint igualtat de condicions però amb un rendiment més limitat.

Quan la taxa de transaccions és baixa, sorgeix el problema de congestió de la xarxa, on les operacions no es processen de manera immediata. Per això, l'escalabilitat també implica mantenir una alta capacitat de processament sense afectar el funcionament general.

L'escalabilitat d'una blockchain es mesura a través de diversos indicadors, com el rendiment màxim (nombre de transaccions per segon), la latència, el temps d'inicialització (bootstrap time) i el cost per transacció confirmada. Els dos primers indicadors, el rendiment màxim i la latència, són especialment rellevants per als usuaris que utilitzen la blockchain sense participar activament en la seva validació (Croman et al., 2016).

El rendiment màxim es refereix a quantes transaccions pot gestionar la xarxa per segon. La latència és el temps que triga un bloc a ser creat, afegit a la cadena i considerat com a confirmat. Aquesta es pot dividir en el temps de bloc, és a dir, el temps necessari per generar-lo, i el temps de finalitat, que pot ser determinista o probabilístic. En un sistema determinista, el bloc és immutabilitat des del moment que s'afegeix a la cadena. En un sistema probabilístic, el bloc pot canviar posteriorment si la xarxa encara no ha arribat a un consens complet sobre l'estat futur de la blockchain.

Finalment, el temps d'inicialització fa referència al període necessari per descarregar tota la blockchain i verificar-ne els blocs i les transaccions. Quant al cost per transacció, inclou factors com el cost d'infraestructura, l'energia consumida, l'emmagatzematge i el manteniment del sistema.

## **Seguretat**

La seguretat és una de les característiques més valorades de la blockchain i un factor clau per a la seva adopció (Schär, 2021). Gràcies al seu disseny criptogràfic i la seva estructura

descentralitzada, la blockchain ofereix un alt nivell de protecció contra frauds, manipulacions i atacs cibernètics (Zheng et al., 2017).

Un dels principals mecanismes de seguretat de la blockchain és la criptografia de clau pública i privada. Cada usuari disposa d'una clau privada, que actua com una signatura digital i li permet demostrar la propietat dels seus actius sense revelar informació sensible (Buterin, 2014). Les transaccions són signades digitalment i verificades mitjançant la clau pública, cosa que garanteix la seva autenticitat i prevé la falsificació (Caldarelli, 2021).

Un altre element essencial de la seguretat en blockchain és el mecanisme de consens. Depenent del tipus de blockchain, es poden emprar diferents algorismes de consens, com Proof of Work (PoW) i Proof of Stake (PoS). Aquests protocols asseguren que totes les transaccions siguin verificades i validades per la xarxa abans de ser registrades, evitant la possibilitat de doble despesa o alteració de dades (Grassi et al., 2022).

Per altra banda, tenim la immutabilitat. Un cop un bloc de transaccions ha estat validat i agregat a la cadena, modificar-lo resulta virtualment impossible sense obtenir el consens de la majoria de la xarxa. Això dificulta enormement la manipulació de registres i protegeix la integritat de les dades emmagatzemades a la blockchain.

No obstant, els atacs del 51% representen una amenaça en xarxes PoW, on un actor malintencionat que controli més del 50% del poder de càlcul podria reescriure la blockchain i revertir transaccions. Així mateix, les vulnerabilitats en contractes intel·ligents poden ser explotades per robar fons o manipular protocols descentralitzats (Grigo et al., 2020). Per mitigar aquests riscos, és fonamental adoptar bones pràctiques de programació, auditar codis i millorar constantment la infraestructura de seguretat (Aquilina et al., 2023).

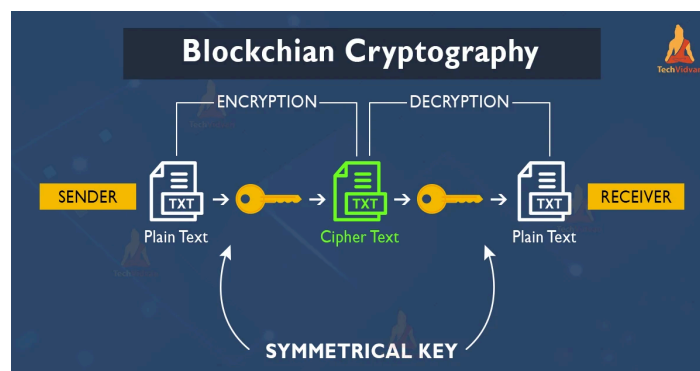


Figura 2. Principis de criptografia aplicats al blockchain (TechVidvan, s.f.)



## **Transparència**

La transparència és una altra característica fonamental de la blockchain i un dels seus principals atractius en comparació amb els sistemes tradicionals. En una blockchain pública, totes les transaccions que es realitzen queden registrades en un llibre major immutable i accessible per a qualsevol usuari. Això permet verificar l'historial de transaccions sense necessitat de dependre d'una entitat central que garanteixi la seva autenticitat. (Francisco & Swanson, 2018)

Un dels principals beneficis de la transparència en blockchain és la generació de confiança. En sistemes financers tradicionals, els usuaris han de confiar en bancs i intermediaris per gestionar els seus fons i mantenir registres precisos. Amb la blockchain, qualsevol persona pot verificar directament l'estat d'una transacció sense haver de dependre de tercers. Això és especialment rellevant en l'àmbit de les finances descentralitzades (DeFi), on l'eliminació d'intermediaris permet un major accés als serveis financers i redueix el risc de corrupció o frau. (Zheng et al., 2024)

Un altre aspecte crucial de la transparència és la seva aplicació en auditories i traçabilitat. Empreses i institucions poden utilitzar blockchain per registrar operacions de manera immutable, cosa que facilita el seguiment d'actius i la verificació d'informació crítica. Això té aplicacions en una àmplia varietat d'indústries, des de la logística fins a la gestió d'identitats i la governança corporativa. (Ferrer-Sapena, et. al. 2019)

Malgrat els seus avantatges, la transparència també planteja desafiaments, especialment pel que fa a la privacitat. En blockchains completament públiques, qualsevol persona pot rastrejar les transaccions d'un altre usuari, cosa que pot generar preocupacions en relació amb la protecció de dades personals i la confidencialitat. Per abordar aquest problema, s'han desenvolupat solucions com les proves de coneixement zero (ZK-Proofs) i les transaccions confidencials, que permeten realitzar transaccions verificables sense exposar detalls sensibles. (Binance Academy, 2023)

### **2.2.2. La solució al trilema: Les Layers a la Blockchain**

Tot i que el trilema de la blockchain presenta un repte significatiu per aconseguir un sistema ideal que sigui segur, descentralitzat i escalable, les solucions basades en capes han sorgit

com a estratègies per abordar aquests dilemes. Aquestes capes ofereixen una arquitectura modular que permet descentralitzar i escalar les xarxes sense comprometre la seguretat ni la funcionalitat de la blockchain principal (Cointelegraph, 2023).

En lloc d'intentar que la capa base (Layer 1) resolgui tots els problemes, es creen capes addicionals (Layer 2 i més) que permeten optimitzar l'escalabilitat i millorar la velocitat de les transaccions. Aquestes capes poden actuar de manera complementària per alleujar la càrrega de la blockchain principal, millorant l'eficiència operativa i reduint els costos associats a les transaccions (Bitpowr, 2023).

Així, mitjançant l'ús de Layer 2 i altres capes, les blockchains poden avançar en la seva escalabilitat i eficàcia operativa sense sacrificar la descentralització o la seguretat que defineixen el sistema original (Purpose Investments, 2023). A continuació, s'analitzen en més detall les capes que conformen aquesta estructura i com ajuden a millorar la blockchain en la seva recerca d'una solució als tres elements essencials del trilema.

## **Layer 1**

Les Layer 1 són les capes base d'una blockchain, on es gestionen la seguretat, el consens i l'emmagatzematge de dades. Cada blockchain té el seu propi protocol de consens, com el Proof of Work (PoW) o el Proof of Stake (PoS), que asseguren la validació i verificació de les transaccions de manera descentralitzada (Gemini, 2023). Això proporciona seguretat i confiança, ja que no depèn d'un intermediari centralitzat.

No obstant això, les Layer 1 poden tenir limitacions en termes d'escalabilitat. A mesura que la xarxa creix, pot sorgir congestió, augmentant els costos de transacció i reduint la velocitat. Això es deu al fet que cada transacció ha de ser validada per tots els nodes de la xarxa, la qual cosa pot ser ineficient en xarxes amb un gran volum de transaccions (Gemini, 2023).

Exemples de Layer 1 són Bitcoin, que utilitza PoW per garantir la seguretat; Ethereum, que inicialment va fer servir PoW i ara està en procés de migració a PoS amb la seva actualització a Ethereum 2.0; i BNB Chain, que utilitza el mecanisme Proof of Staked Authority (PoSA) per millorar l'escalabilitat i les transaccions més ràpides (Bitpowr, 2023).

## **Layer 2**

Les Layer 2 són solucions que s'implementen sobre les Layer 1 per millorar l'escalabilitat, velocitat i costos de transacció de les xarxes blockchain. Aquestes capes addicionals

permeten realitzar transaccions fora de la cadena principal (off-chain) i després agrupar-les per registrar-les en la blockchain de la Layer 1, minimitzant així la congestió de la xarxa (Cointelegraph, 2023).

Les Layer 2 funcionen mitjançant canals de pagament o altres mecanismes que permeten una major capacitat de transaccions sense comprometre la seguretat ni la descentralització de la cadena base. Aquests canals permeten que els usuaris realitzin múltiples transaccions entre ells sense necessitat de validació directa per part de tots els nodes de la blockchain. Així, un cop es compleixen determinades condicions, les transaccions es "tallen" en un sol registre que es publica a la Layer 1 (Gemini, 2023).

Un exemple destacat de Layer 2 és Optimistic Rollups i ZK-Rollups a Ethereum. Aquestes solucions permeten realitzar transaccions fora de la cadena i posteriorment "recopilar-les" en un sol bloc, augmentant significativament la capacitat de transacció sense afectar la seguretat. Lightning Network, per a Bitcoin, és un altre exemple de Layer 2 que permet realitzar micropagaments ràpids i econòmics, aprofitant canals fora de la cadena per gestionar transaccions de baix cost (Purpose Investments, 2023).

Per tant, les Layer 2 milloren l'eficiència de les Layer 1 i són fonamentals per a l'adopció massiva, ja que permeten una millor gestió del creixement de les xarxes sense comprometre la seguretat ni la descentralització.

### **Altres tipus de layers**

A més de les Layer 1 i Layer 2, existeixen altres tipus de layers dins de l'ecosistema blockchain que complementen i milloren la funcionalitat de les cadenes de blocs. Aquestes capes addicionals tenen com a objectiu augmentar la interoperabilitat, facilitar l'ús de les aplicacions descentralitzades i millorar la comunicació entre diferents xarxes.

Les Layer 3 es centren en les aplicacions descentralitzades (dApps) i en l'experiència d'usuari. Aquestes capes ofereixen una capa d'abstracció per a les interaccions amb la blockchain, com les plataformes DeFi, els mercats de NFTs o les xarxes socials descentralitzades, facilitant la interacció amb les Layer 1 i Layer 2 (Academy, 2024). Les Layer 4, per la seva banda, busquen millorar la interoperabilitat entre diferents cadenes, permetent la comunicació entre xarxes independents. Projectes com Polkadot i Cosmos permeten la interacció entre diverses Layer 1, creant un ecosistema de cadenes interconnectades.

Finalment, les Layer 0 defineixen la infraestructura de base sobre la qual es construeixen les altres capes, establint les condicions per a la connexió i comunicació entre diferents cadenes de blocs, com fa Polkadot amb el seu sistema de parachains.(Binance, 2024)

Aquestes capes addicionals, tot i no ser tan visibles per als usuaris finals, juguen un paper essencial en l'evolució i expansió de l'ecosistema blockchain, facilitant la creació d'aplicacions més eficients i interoperables.

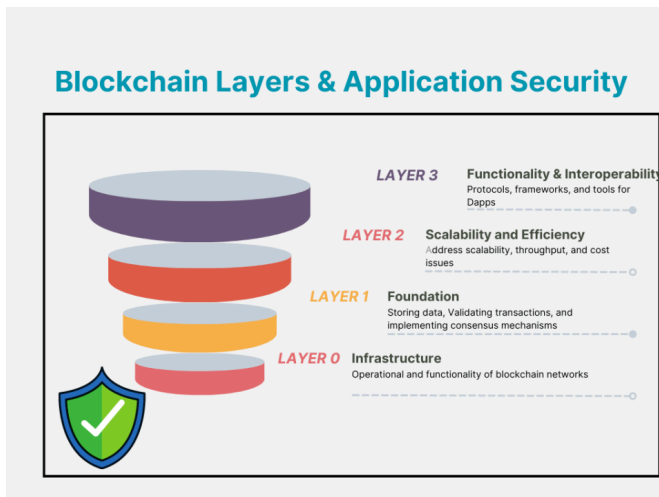


Figura 3. Capes de la tecnologia blockchain i aplicacions de seguretat (Chandra, 2023)

### 3. Aplicacions Pràctiques de les DeFi

#### 3.1. Exchanges descentralitzats (DEXs)

Els Exchanges Descentralitzats (DEXs) representen un component fonamental de l'ecosistema DeFi, ja que permeten als usuaris comprar i vendre criptoactius de manera directa entre ells sense necessitat d'un intermediari centralitzat com els exchanges tradicionals (per exemple, Binance, Coinbase). En lloc de tenir una plataforma central que gestiona les operacions i els llibres de comandes, els DEXs utilitzen la tecnologia de blockchain i contractes intel·ligents per permetre als usuaris intercanviar criptoactius directament entre ells. A continuació, s'expandeix sobre com funcionen els DEXs a través dels dos elements principals: els pools de liquiditat i el procés d'intercanvi entre usuaris.

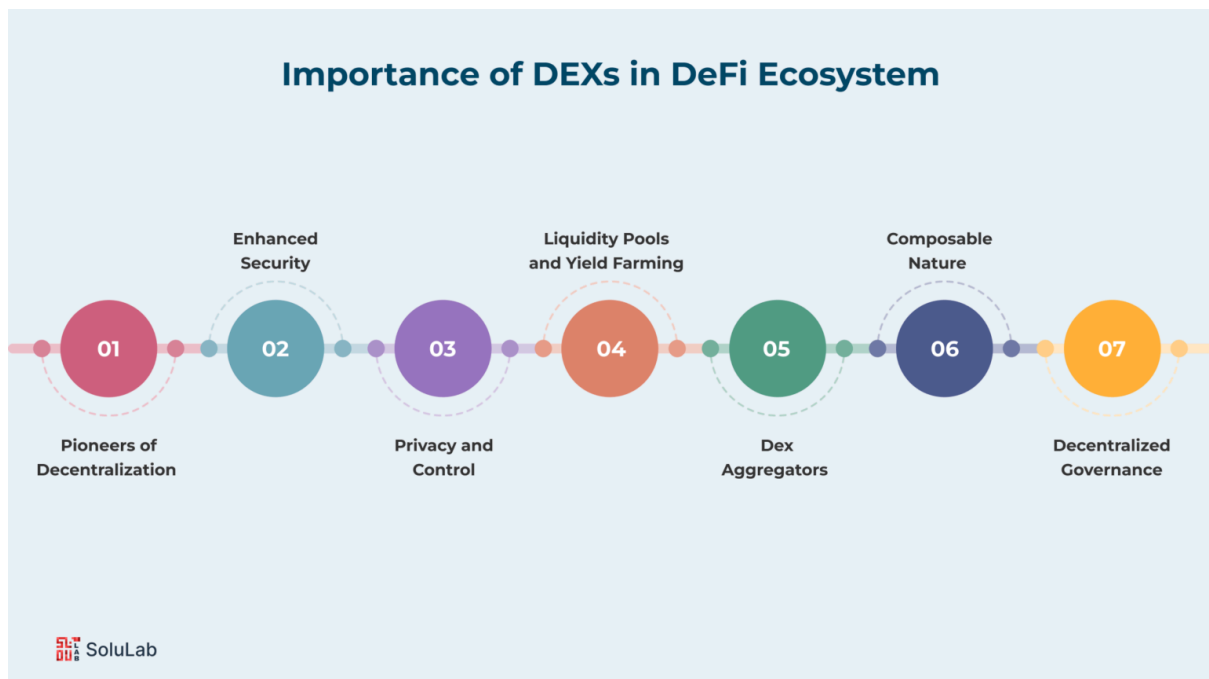


Figura 4. Funcionament dels DEXs dins les DeFi (SoluLab, s.f.)

##### 3.1.1. Pools de Liquiditat (Liquidity Pools)

Els pools de liquiditat són un dels components centrals del funcionament dels DEXs. En lloc de comptar amb un llibre de comandes tradicional on els usuaris creen ordres de compra o venda, els DEXs operen amb un sistema conegut com Automated Market Maker (AMM) (Xu et al., 2022). Aquest sistema permet la creació de reserves de liquiditat en què els usuaris poden aportar les seves criptomonedes. Els usuaris que aporten liquiditat als pools actuen com a proveïdors de liquiditat (liquidity providers o LPs) i, com a incentiu per immobilitzar els seus actius en el protocol, reben una part de les comissions generades per les transaccions que es realitzen dins del pool (Gudgeon et al., 2020b).

La funció principal dels pools de liquiditat és facilitar els intercanvis de cryptoactius de manera descentralitzada. Per exemple, si un usuari vol intercanviar Ethereum (ETH) per DAI, aquest usuari realitzarà la transacció amb el pool de liquiditat corresponent que conté una combinació d'ETH i DAI. Aquest sistema elimina la necessitat de llibre de comandes perquè, en lloc de comprar o vendre a una altra persona directament, els usuaris comercien amb els actius que estan disponibles en el pool (Aspris et al., 2021). Això és possible gràcies a algorismes com el AMM, el qual utilitza la relació de preus entre els actius dipositats al pool per determinar el preu de la transacció (Angeris & Chitra, 2020).

Les comissions rebudes pels usuaris que aporten liquiditat es reparteixen de forma proporcional a la contribució de cada usuari respecte al total de fons del pool. Per exemple, si un pool aplica una comissió del 0,3% per cada intercanvi i un usuari representa un 10% del total de la liquiditat del pool, aquest rebrà un 10% de les comissions acumulades per totes les transaccions realitzades (Bartoletti et al., 2021b).

És precisament aquesta combinació de rendiment passiu i implicació mínima la que fa que els pools de liquiditat siguin una opció molt atractiva pels inversors dins de l'ecosistema DeFi, i el que dona peu a la principal estratègia per obtenir rendiments en aquest ecosistema: el yield farming (Schär, 2021).

### **3.1.2. Intercanvi entre Usuaris (P2P)**

Una de les grans ventatges dels DEXs és que permeten als usuaris intercanviar actius directament entre ells, sense haver de passar per cap intermediari. A diferència dels sistemes centralitzats, on una entitat controla i valida totes les operacions, aquí és la tecnologia blockchain la que fa de pont entre les parts (Schär, 2021). Això té una implicació molt poderosa: cada persona manté el control total dels seus fons fins just al moment en què decideix fer la transacció (Zetsche, Arner, & Buckley, 2020).

A més, el procés és àgil i sorprenentment senzill. No cal passar per verificacions d'identitat (els coneguts processos KYC, de l'anglès *Know Your Customer*) ni demanar permís a cap entitat per operar (Aspris et al., 2021). Només cal connectar una cartera digital —com MetaMask, Trust Wallet o qualsevol altra compatible—, escollir els actius a intercanviar i deixar que el contracte intel·ligent faci la resta. Un cop executada la transacció, els fons passen directament d'una cartera a l'altra, sense que cap actor centralitzat hi pugui intervenir (Buterin, 2014).

Aquest funcionament no només aporta més llibertat, sinó també una privacitat molt més gran. Com que no hi ha cap autoritat central supervisant les operacions, les transaccions es poden fer de manera molt més anònima (Gudgeon et al., 2020b). Per a molts usuaris, això és un gran avantatge, especialment per aquells que volen protegir la seva informació personal i no volen que cada moviment financer passi per les mans d'un intermediari (Caldarelli, 2021).

### 3.1.3. Tipus de DEXs

Els DEXs es poden categoritzar en diversos tipus segons com gestionen els intercanvis i la liquiditat. A continuació, es descriuen les dues categories més comunes de DEXs: AMM (Automated Market Makers) i Order Book DEXs.

#### 1. AMMs (Automated Market Makers)

Els AMMs són el tipus de DEX més comú. Funcionant com a mercat automatitzat, els AMMs no utilitzen un llibre de comandes tradicional. En lloc d'això, els preus dels actius es determinen a partir de la quantitat de cada moneda disponible en els pools de liquiditat (Mohan, 2022). El preu de mercat es calcula mitjançant fórmules matemàtiques dissenyades per garantir l'estabilitat del pool i per equilibrar l'oferta i la demanda dels actius (Bartoletti et al., 2021b).

Per exemple, el model Uniswap V2 utilitza una fórmula simple de  $x \cdot y = k$ , on "x" i "y" són la quantitat d'actius A i B en un pool, i "k" és una constant (Mohan, V. (2022). Quan un usuari compra un actiu, la relació entre "x" i "y" es modifica, afectant així el preu de l'actiu. A mesura que augmenta la demanda d'un actiu, el preu de l'altre actiu es modifica per mantenir l'equilibri.

Els AMMs permeten als usuaris realitzar intercanvis de forma automàtica i instantània, evitant la necessitat d'una contrapartida immediata (com passaria en un llibre de comandes tradicional) (Gudgeon et al., 2020). Aquesta estructura és especialment útil per a criptoactius poc líquids o de baixa capitalització de mercat.

Els AMMs també presenten un sistema d'incentius per als usuaris que proporcionen liquiditat. Quan un usuari diposita les seves criptomonedes en un pool, es converteix en

proveïdor de liquiditat (LP). A canvi de la seva aportació, els LP reben tokens de liquiditat i una part de les comissions generades per les transaccions en el pool (Schär, 2021). Així, els LPs tenen un incentiu per mantenir els pools plens de liquiditat, ja que obtenen guanys a mesura que augmenta el volum de les transaccions.

## 2. Order Book DEXs

Els Order Book DEXs són més similars als exchanges centralitzats tradicionals, però mantenint la descentralització. Aquests DEXs utilitzen un llibre de comandes per permetre als usuaris crear ordres de compra i venda a preus específics. Les transaccions només es realitzen quan un comprador i un venedor coincideixen en el preu i la quantitat de l'actiu que volen intercanviar (Aspris et al., 2021).

Els Order Book DEXs sovint ofereixen més transparència en els preus perquè els usuaris poden veure en temps real les ordres de compra i venda d'altres participants. Això permet als usuaris prendre decisions més informades a l'hora d'entrar o sortir d'una posició (Gudgeon et al., 2020b). Un exemple d'aquest tipus de DEX és dYdX, que també permet el comerç de derivats i altres instruments financers amb un llibre de comandes descentralitzat (Schär, 2021).

Els Order Book DEXs poden ser més eficients per a traders actius o aquells que volen utilitzar estratègies complexes d'inversió, com ara posicions limitades i ordre de stop-loss, que són més difícils de gestionar en un AMM (Xu et al., 2022).

## 3.2. Préstecs descentralitzats

Els préstecs descentralitzats són una de les aplicacions més destacades dins de l'ecosistema DeFi, ja que permeten tant prestar com sol·licitar crèdits de manera automàtica i sense intermediaris. Tot el procés es duu a terme mitjançant *smart contracts*, que executen les condicions acordades entre les parts de forma transparent i inalterable.

El funcionament d'un préstec en un entorn DeFi es pot dividir en diferents fases:

**Dipòsit de col·lateral:** Per sol·licitar un préstec, l'usuari ha de proporcionar una garantia en forma de col·lateral, habitualment una criptomoneda com Ether o DAI. Aquest col·lateral es diposita en un contracte intel·ligent que assegura l'operació. A causa del risc inherent a la



volatilitat de les criptomonedes, els protocols estableixen una col·lateralització superior al valor del préstec concedit —normalment entre el 120% i el 150%— per tal de protegir els prestadors (Schär, 2021).

**Sol·licitud del préstec:** Un cop fet el dipòsit del col·lateral, el procés de sol·licitud del crèdit és gairebé instantani. L'usuari pot accedir de manera immediata als fons, sense la necessitat de passar per cap avaluació de solvència ni aprovació externa, gràcies a l'automatització dels protocols.

**Condicions i interès del préstec:** Els interessos aplicats depenen del funcionament específic de cada plataforma i de la dinàmica de mercat. Alguns protocols fixen tipus d'interès constants, mentre que d'altres utilitzen models variables que s'ajusten segons l'oferta i la demanda de liquiditat en temps real (Gudgeon et al., 2020b). Aquestes condicions s'estableixen de manera algorítmica i poden canviar sovint, fet que exigeix un cert seguiment per part de l'usuari.

**Devolució i liquidació:** El préstec ha de ser retornat dins del termini estipulat. Si el valor del col·lateral cau per sota d'un llindar mínim —el que es coneix com a punt de liquidació—, el protocol executa automàticament la venda dels actius aportats com a garantia per tal de cobrir el deute pendent. Aquest mecanisme de liquidació automàtica protegeix els prestadors de possibles impagaments i garanteix l'estabilitat del sistema.

Entre les plataformes més consolidades en aquest àmbit trobem *Aave*, *Compound* i *MakerDAO*. Aquests protocols han estat pioners en oferir préstecs sense intermediaris, obrint la porta a un sistema de crèdit global, transparent i accessible per a qualsevol usuari amb connexió a internet.

### 3.3. Estalvi descentralitzat

L'estalvi descentralitzat ofereix una alternativa innovadora als mecanismes tradicionals, permetent als usuaris obtenir rendiments pels seus actius digitals sense haver de recórrer a un compte bancari convencional. En lloc de dipositar els seus fons en entitats financeres que solen oferir interessos molt reduïts, els usuaris poden utilitzar protocols DeFi per col·locar les seves criptomonedes en pools de liquiditat i accedir a rendiments potencialment molt més alts.

Aquest tipus d'estalvi es pot canalitzar a través de diferents opcions:

1. **Dipòsit en pools de liquiditat:** Plataformes com *Aave*, *Compound* o *Yearn.finance* permeten als usuaris aportar liquiditat que posteriorment pot ser utilitzada per altres usuaris mitjançant préstecs. A canvi, els proveïdors de liquiditat reben interessos generats per aquestes operacions. És un mecanisme directe per fer rendibles els actius digitals sense intermediaris centralitzats. (Telcoin ,s.f.).
2. **Yield farming:** Més enllà dels interessos bàsics, alguns protocols ofereixen incentius addicionals mitjançant estratègies de *yield farming*. Aquesta pràctica consisteix a buscar els protocols amb millors rendiments i distribuir-hi els actius per maximitzar els guanys. Sovint, aquests rendiments addicionals es presenten en forma de tokens nadius de la plataforma, que poden ser posteriorment intercanviats per altres criptomonedes (Gudgeon et al., 2020b).
3. **Staking:** Una altra via per generar rendiments és el *staking*, especialment en blockchains que utilitzen el mecanisme de consens *proof-of-stake* (com Ethereum 2.0). Els usuaris bloquegen una quantitat determinada de criptomonedes per contribuir a la seguretat de la xarxa, i reben recompenses periòdiques en forma de nous tokens o interessos (Telcoin, s.f.). Aquesta estratègia també està disponible en algunes plataformes centralitzades.

Els rendiments que poden obtenir-se mitjançant aquestes estratègies solen superar de llarg els interessos oferts per les entitats bancàries tradicionals. Ara bé, aquestes oportunitats també impliquen riscos més elevats: la volatilitat del mercat de criptomonedes pot afectar els guanys, i qualsevol vulnerabilitat o error en els protocols utilitzats pot comprometre els fons dels usuaris.

### 3.4. Stablecoins i la seva utilitat

Les stablecoins són un tipus de criptomoneda dissenyada per mantenir una valoració estable, normalment vinculada a una moneda fiduciària (com el dòlar americà (USD) o l'euro (EUR)), o a altres actius com els metalls preciosos o fins i tot altres criptomonedes (Zetsche, Arner, & Buckley, 2020). A causa de la seva estabilitat, les stablecoins s'han

convertit en un element fonamental dins de l'ecosistema DeFi, ja que permeten als usuaris interactuar amb les plataformes de finançament descentralitzat sense exposar-se a la volatilitat pròpia de les criptomonedes tradicionals com Bitcoin (BTC) o Ethereum (ETH) (Mohan, 2022).

A continuació, s'examinen les seves característiques principals i els diferents models que permeten mantenir la seva estabilitat.

### **3.4.1. Característiques clau de les stablecoins**

- Estabilitat de preu: L'objectiu fonamental de les stablecoins és mantenir un preu constant. Aquesta estabilitat es facilita mitjançant el vincle a una moneda fiduciària o a un cistell d'actius (Grassi et al., 2022).
- Transparència: Moltes stablecoins utilitzen la tecnologia de la blockchain, la qual cosa permet que els usuaris puguin veure les transaccions en temps real. Això aporta una major confiança i seguretat respecte a les monedes fiduciàries gestionades per bancs centrals (Caldarelli & Ellul, 2021).
- Accés a serveis financers descentralitzats: Les stablecoins són àmpliament utilitzades en plataformes DeFi com pools de liquiditat, préstecs descentralitzats i altres serveis, ja que proporcionen una moneda estable per realitzar operacions financeres sense la necessitat d'intermediaris (Aquilina et al., 2023).
- Reducció de la volatilitat: Les criptomonedes com Bitcoin i Ethereum poden experimentar fluctuacions de preu molt grans, la qual cosa fa que siguin difícils d'utilitzar com a mitjà d'intercanvi per a determinats serveis. Les stablecoins eliminen aquesta volatilitat i permeten als usuaris mantenir el seu valor sense l'estrès de les fluctuacions diàries de les criptomonedes més volàtils (Mnoghithnei et al., 2022).

### **3.4.2. Tipus de Stablecoins**

#### **Stablecoins Centralitzades**

Les stablecoins centralitzades són criptomonedes dissenyades per mantenir una estabilitat de preu mitjançant un sistema de reserves gestionat per una entitat central. Aquestes stablecoins estan vinculades a una moneda fiduciària (com el dòlar nord-americà o l'euro) o altres actius. L'entitat que emet la stablecoin manté una quantitat equivalent en reserves per

cada unitat de la criptomoneda en circulació, de manera que l'usuari pot confiar que el valor de la stablecoin es mantindrà constant. (Fran H. 2024)

Per exemple, Tether (USDT), una de les stablecoins més utilitzades, està vinculada al dòlar americà, amb l'objectiu que cada unitat de USDT sigui igual a un dòlar. Aquest tipus de sistema ajuda a garantir la confiança dels usuaris, ja que poden estar segurs que per cada USDT existent, hi ha una quantitat equivalent en dòlars reals emmagatzemats en reserves. Aquest mecanisme de reserves 1:1 proporciona una estabilitat que no es troba en criptomonedes com el Bitcoin o l'Ethereum, les quals experimenten fluctuacions de preu molt més grans.

### **Stablecoins Algorítmiques**

Les stablecoins algorítmiques són un tipus de criptomoneda dissenyada per mantenir la seva estabilitat de preu mitjançant l'ús d'algoritmes i mecanismes de política monetària dinàmics, en lloc de vincular-se a reserves físiques, com en el cas de les stablecoins centralitzades. Aquest tipus de stablecoin utilitza un sistema de mecanismes automàtics que ajusten l'oferta de la moneda per mantenir el seu preu estable, ajustant-se a les condicions del mercat (Fu et al., 2023). La idea és que l'algoritme sigui capaç d'augmentar o reduir l'oferta de la stablecoin per compensar les fluctuacions en el preu.

A diferència de les stablecoins centralitzades, no es necessita una reserva física per garantir el valor d'aquest tipus de criptomoneda. En lloc d'això, la "stability" es manté mitjançant un sistema de contracció i expansió de l'oferta monetària, similar als mecanismes usats pels bancs centrals per controlar la inflació o la deflació. Quan el preu de la stablecoin puja per sobre del seu valor de referència (per exemple, 1 USD), l'algoritme crea més monedes per augmentar l'oferta i reduir el preu. Si el preu baixa per sota de la referència, l'algoritme redueix l'oferta per intentar estabilitzar el valor. (Fu et al., 2023)

Exemples:

- Ampleforth (AMPL): Per entendre millor com funciona aquest mecanisme, podem observar el cas concret d'Ampleforth. Aquesta criptomoneda no manté l'estabilitat del seu preu mitjançant reserves, sinó que aplica un sistema anomenat rebase (Cryptopedia, 2024). Aquest procés consisteix en ajustar diàriament l'oferta total de tokens en circulació de manera proporcional per a tots els usuaris, depenent del preu de mercat del token respecte al seu valor objectiu (normalment 1 USD). Per exemple, si en el moment del rebase el preu d'AMPL és de 1,10 USD (és a dir, un 10% per sobre del seu valor de referència), cada usuari veurà augmentar

automàticament el seu saldo d'AMPL en un 10%. Això vol dir que una cartera amb 100 AMPL passarà a tenir-ne 110. Aquest increment en l'oferta busca exercir pressió a la baixa sobre el preu. En canvi, si el preu d'AMPL es troba per sota de l'1 USD, el protocol reduirà el nombre de tokens a totes les carteres de manera proporcional, amb l'objectiu d'augmentar el preu tornant-lo cap al seu nivell d'equilibri. (Fu et al., 2023)

Aquest mecanisme automàtic i descentralitzat permet que l'oferta s'adapti constantment a la demanda, intentant mantenir la paritat de valor sense necessitat d'intervenció centralitzada ni d'actius col·laterals.

- Terra (LUNA): Un altre exemple de stablecoin algorítmica que utilitza una estructura similar. Terra emet i crema tokens de manera algorítmica per mantenir el preu de la seva stablecoin (UST), estabilitzat. Tot i que Terra va experimentar èxit a gran escala durant un temps, va patir una fallida significativa durant una crisi del mercat al maig del 2022, fet que va afectar la confiança en el model i va provocar que el projecte perdés més del 99% de la seva capitalització. Aquest fenomen va ser provocat ja que arrel de les vendes massives de UST provocades per la crisi, l'algoritme va “fer depeg”, és a dir, no va poder mantenir la seva paritat amb el dòlar, i es va generar un espiral de vendes que va portar el projecte a 0. (Binance, 2024)

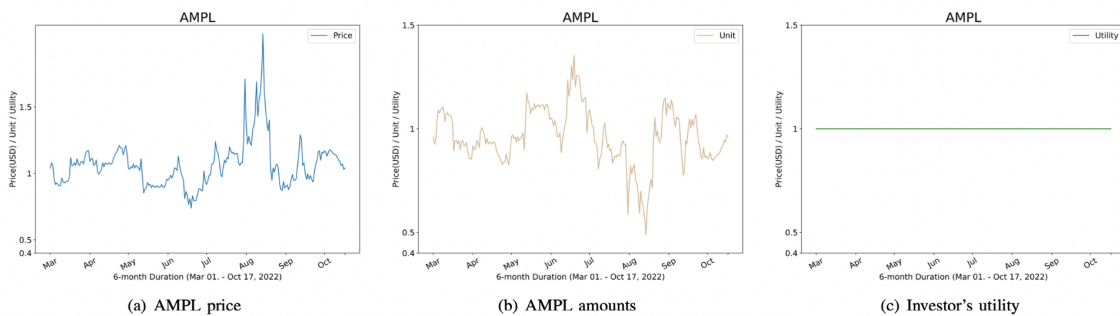


Figura 5. Mecanisme de regulació d'una stablecoin algorítmica (Fu et al., 2023)

### Stablecoins Col·laterals

Les stablecoins col·laterals són aquelles que mantenen el seu valor estable mitjançant una reserva de col·lateral que es diposita com a garantia. De la mateixa manera que les stablecoins algorítmiques, aquest tipus solen funcionar de manera descentralitzada, utilitzant *smart contracts* per emetre i gestionar la moneda, sense la necessitat de confiar en una entitat emissora centralitzada (Bullmann et al., 2019).

Quan un usuari vol obtenir una stablecoin col·lateralitzada, ha de dipositar una quantitat d'actius digitals (normalment criptomonedes volàtils com ETH o wBTC) dins d'un contracte intel·ligent. Aquest contracte emet la stablecoin, però sempre mantenint un excés de col·lateral per cobrir possibles fluctuacions del mercat (Klages-Mundt et al., 2020).

Per exemple, si un usuari vol generar 100 unitats d'una stablecoin, potser ha de dipositar 150 \$ en ETH. Aquesta sobrecol·lateralització (150%) protegeix el sistema de la volatilitat. Si el valor del col·lateral cau per sota d'un llindar mínim, el contracte pot liquidar automàticament la posició per protegir la paritat (Schär, 2021).

Un exemple destacat és DAI, creada pel protocol MakerDAO. Per obtenir DAI, els usuaris han de bloquejar criptomonedes com ETH, USDC o wBTC en una *vault* de MakerDAO. El sistema està governat de forma descentralitzada per usuaris que participen amb el token MKR, i els paràmetres com els tipus d'interès o les taxes de liquidació es decideixen mitjançant votacions (Klages-Mundt et al., 2020).

## 4. Anàlisi de les principals Blockchains

### 4.1. Ethereum: líder en el mercat DeFi

Des del seu llançament el 2015, Ethereum s'ha consolidat com la xarxa fundacional de les finances descentralitzades (DeFi). Creada per Vitalik Buterin com una plataforma programable, la seva capacitat per executar contractes intel·ligents va obrir les portes a una nova generació d'aplicacions financeres sense intermediaris (Buterin, 2014). Actualment, concentra la major part dels fons invertits en aquest sector, un testimoni del seu paper central com a laboratori d'innovació global.

El secret del seu èxit rau en tres pilars: descentralització, flexibilitat i efecte xarxa. A diferència de blockchains més noves, Ethereum compta amb milers de nodes independents que asseguren la transparència de les operacions. Aquesta arquitectura oberta ha atret una comunitat global de desenvolupadors, responsables de crear protocols pioners com MakerDAO (2017) o Uniswap (2018), que van demostrar la viabilitat de les DeFi.

L'ecosistema actual reflecteix una maduresa sense precedents. Plataformes com Aave o Compound han portat els préstecs i els crèdits algorítmics a un nou nivell, permetent transaccions instantànies sense entitats de custòdia. D'altra banda, intercanvis descentralitzats com Uniswap han revolucionat el comerç d'actius digitals mitjançant sistemes automatitzats per crear mercats, eliminant la necessitat d'intermediaris tradicionals. Fins i tot els inversors més tècnics troben eines com Yearn.finance, que simplifica l'accés a estratègies complexes de rendiment mitjançant automatitzacions.

Tanmateix, Ethereum no és immune als reptes. La seva popularitat ha generat problemes d'escalabilitat, amb comissions elevades en períodes de congestió que limiten l'accés a usuaris amb menys recursos. La recent transició a un model de consens més sostenible (Proof of Stake) i els esforços per millorar la velocitat de transaccions demostren, però, una capacitat d'adaptació clau per mantenir el seu lideratge.

Més enllà de la tecnologia, el veritable valor d'Ethereum rau en haver creat un estàndard obert. La seva compatibilitat amb centenars de carteres, aplicacions i xarxes secundàries ha generat un ecosistema interconnectat on la innovació s'alimenta de manera col·lectiva. Aquesta interdependència, combinada amb una comunitat compromesa amb els ideals de

descentralització, el converteixen no només en una eina financera, sinó en un moviment cultural que redefineix com interactuem amb els sistemes econòmics.

#### **4.2. Binance Smart Chain: velocitat i costos baixos**

La xarxa BNB Chain s'ha convertit en un actor clau dins de les finances descentralitzades (DeFi) gràcies a la seva capacitat per combinar accessibilitat i baixos costos. El seu origen es troba en la necessitat de Binance —una de les plataformes de criptomonedes més importants— de crear una alternativa funcional a xarxes més lentes i cares com Ethereum. Des de la seva creació el 2020 fins a la reestructuració del 2022, el projecte ha prioritzat atraure tant a desenvolupadors com a usuaris quotidians amb transaccions ràpides i comissions mínimes.

Un dels factors que expliquen el seu ràpid creixement és la seva posició consistent entre les tres xarxes DeFi amb més fons bloquejats (TVL), només per darrere d'Ethereum. A finals de 2023, BNB Chain va assolir un TVL de 5.500 milions de dòlars, representant un augment del 58,2% respecte a l'any anterior (Binance, 2024). Aquesta popularitat s'atribueix a característiques com comissions mitjanes inferiors a 0,03 USD per operació i temps de confirmació de transaccions de tres segons, aspectes que la fan especialment atractiva per a usuaris de regions amb menys poder adquisitiu (BNB Chain, 2024). A diferència d'altres blockchains més teòriques, BNB Chain s'ha centrat en resoldre problemes pràctics com l'escalabilitat i la simplicitat d'ús.

El sistema de consens Proof of Staked Authority (PoSA) n'il·lustra les contradiccions. Tot i permetre fins a 2.000 transaccions per segon —una xifra molt superior a les xarxes competidores—, només 21 nodes validen les operacions, dels quals més de la meitat tenen vincles amb Binance, qüestionant el seu grau de descentralització (Song et al., 2024). Malgrat això, aquest model ha permès equilibrar velocitat i estabilitat, un requisit clau per a aplicacions massives com PancakeSwap.

PancakeSwap, la plataforma estrella de l'ecosistema, exemplifica com BNB Chain ha captat usuaris. Amb funcionalitats similars a Uniswap però comissions un 90% més baixes, aquest



intercanvi descentralitzat integra elements gamificats com recompenses en NFTs, una estratègia que ha ampliat el seu atractiu més enllà del públic tècnic. Altres projectes com Venus o Alpaca Finance ofereixen serveis complexos com préstecs amb criptoactius com a garantia, demostrant la diversificació de l'ecosistema (BNB Chain, 2024).

La compatibilitat amb Ethereum ha estat un altre motor de creixement. Aquesta característica permet als desenvolupadors portar aplicacions existents a BNB Chain amb modificacions mínimes, un avantatge que ha facilitat l'arribada de centenars de projectes. No obstant això, també ha propiciat pràctiques especulatives, com còpies de protocols sense innovació real o fins i tot estafes, un repte que la xarxa encara ha de resoldre per millorar la seva reputació (Song et al., 2024).

### **4.3. Solana: eficiència i escalabilitat**

Solana s'ha posicionat com una de les plataformes més destacades dins l'ecosistema DeFi per la seva aposta clara per l'escalabilitat i el rendiment. Aquesta blockchain de capa 1 ha estat dissenyada amb l'objectiu de superar les limitacions de xarxes com Ethereum, especialment pel que fa al nombre de transaccions per segon (TPS) i els costos associats a cada operació (Mishra et al., 2024).

Un dels aspectes més innovadors de Solana és el seu mecanisme de consens híbrid, que combina Proof of History (PoH) amb Proof of Stake (PoS). Aquesta combinació permet establir una seqüència temporal per a les transaccions sense necessitat de sincronització constant entre tots els nodes, fet que redueix la latència i incrementa de forma substancial la capacitat de la xarxa (Yakovenko, 2018). Gràcies a aquest enfocament, Solana pot processar milers de transaccions per segon amb comissions molt baixes, cosa que la fa especialment atractiva per a aplicacions DeFi que requereixen alta velocitat i baixos costos operatius.

A més, Solana ha creat un ecosistema en creixement que inclou protocols de préstecs, intercanvis descentralitzats (DEX), stablecoins i NFT, convertint-se en un entorn ric per al desenvolupament de noves aplicacions financeres. Plataformes com Serum, Raydium o

Mango Markets exemplifiquen l'ús intensiu de la infraestructura de Solana per construir serveis DeFi competitius amb l'eficiència d'un sistema centralitzat, però mantenint la filosofia descentralitzada (Mishra et al., 2024).

No obstant això, Solana també ha rebut crítiques pel seu nivell de centralització relativa. El nombre de validadors és inferior en comparació amb altres xarxes com Ethereum, i la seva arquitectura altament optimitzada pot dificultar la participació d'usuaris amb recursos computacionals limitats. A més, algunes aturades de la xarxa en moments de saturació han generat dubtes sobre la seva robustesa a llarg termini (Song et al., 2024).

Malgrat aquestes consideracions, Solana representa una proposta innovadora dins de les finances descentralitzades, orientada a solucionar el trilema de blockchain apostant clarament per l'eficiència i l'escalabilitat, encara que en ocasions pugui sacrificar certa descentralització. El seu desenvolupament futur serà clau per avaluar si és possible mantenir aquest equilibri sense comprometre la seguretat ni els principis fonamentals del moviment DeFi.

## 5. Part pràctica: Anàlisi comparativa d'estratègies DeFi

### 5.1. Introducció i objectius de l'anàlisi

La part pràctica del present treball té com a finalitat analitzar i comparar dues de les estratègies més representatives dins de l'ecosistema de les finances descentralitzades (DeFi): la provisió simple de liquiditat i, en el cas de PancakeSwap, adicionalment l'estratègia coneguda com a *yield farming*. Aquestes estratègies, malgrat compartir una base comuna —la participació en *pools* de liquiditat dins de protocols de tipus *Automated Market Maker* (AMM)—, presenten diferències substancials tant pel que fa al rendiment potencial com a la gestió que requereixen, el risc assumit i la complexitat operativa.

Aquesta anàlisi pretén aportar una visió crítica i aplicada sobre el funcionament real d'aquestes estratègies, tot posant a prova les seves potencialitats i limitacions en entorns concrets. Així, el propòsit no és únicament mesurar el rendiment econòmic que pot obtenir-se en cada cas, sinó també reflexionar sobre els riscos associats, la necessitat de seguiment actiu de les posicions i l'impacte que tenen factors externs com la volatilitat dels actius implicats o el comportament dels tokens d'incentiu.

La comparativa s'ha dut a terme utilitzant dues plataformes àmpliament reconegudes dins de l'àmbit DeFi: PancakeSwap, desplegada sobre la Binance Smart Chain (actualment coneguda com BNB Chain), i Uniswap v3, que en aquest cas s'ha utilitzat sobre la xarxa de layer 2 Arbitrum One. Aquestes dues plataformes han estat escollides no només per la seva rellevància dins del sector, sinó també per les seves característiques tècniques —com ara les comissions de transacció baixes i la possibilitat de fer experiments amb imports moderats— que les fan ideals per a una anàlisi pràctica i accessible.

### 5.2. Disseny de l'experiment i metodologia

Per tal de garantir la comparabilitat entre estratègies i plataformes, s'ha optat per aplicar un mateix esquema operatiu a tots els casos estudiats. En primer lloc, s'ha definit un capital inicial idèntic per a cada operació, amb la finalitat d'evitar distorsions en els resultats degudes a diferències en la mida de la inversió. Aquest capital s'ha utilitzat per aportar liquiditat a dues *pools* de tokens compostades per un actiu estable (USDC) i un actiu volàtil (ETH o BNB, segons el cas).

En ambdues plataformes s'ha realitzat una operació de provisió simple de liquiditat, consistent en l'aportació dels tokens a la *pool* corresponent i la conservació dels LP tokens sense dur a terme cap acció adicional. Aquesta estratègia es considera passiva i permet analitzar el rendiment generat únicament a través de les comissions obtingudes per intercanvis dins la *pool*. A més, en el cas de PancakeSwap, s'ha posat en pràctica una segona estratègia basada en el *yield farming*, que implica fer *staking* dels LP tokens a canvi de recompenses addicionals en forma de tokens CAKE. Aquesta segona operació no s'ha dut a terme a Uniswap v3, ja que aquest protocol no ofereix opcions integrades de *staking* dins la pròpia plataforma i la seva aplicació requeriria l'ús de protocols externs més complexos, com Gamma o Arrakis.

Durant el període d'anàlisi —de dues setmanes— s'han recollit diversos paràmetres rellevants: les comissions acumulades, les recompenses extres (en el cas de PancakeSwap), el comportament dels tokens, la gestió activa requerida, així com qualsevol pèrdua temporal de valor (*impermanent loss*) que pogués haver-se generat. També s'ha posat especial èmfasi en observar les diferències pràctiques en la gestió de cada plataforma, ja que utilitzen liquiditat concentrada i l'usuari ha d'escollir un rang de preus per a la seva aportació.

L'objectiu d'aquest disseny metodològic és oferir una visió realista i detallada sobre el funcionament operatiu de les estratègies DeFi, i mostrar tant les oportunitats com els riscos que poden sorgir en la seva aplicació real.

### **5.3. Execució de les estratègies: descripció detallada**

#### **5.3.1. Preparació inicial i realització de swaps**

La primera fase operativa ha consistit en la conversió dels actius necessaris per poder participar a les *pools* seleccionades. S'ha partit d'una cartera amb USDC disponible i s'han fet diversos swaps per obtenir ETH i BNB, segons la xarxa corresponent. A la xarxa Arbitrum, hem fet dos swaps de USDC a ETH: un mitjançant la interfície de Metamask i l'altre utilitzant directament el DEX d'Uniswap v3. Posteriorment, a la xarxa de BNB, s'ha dut a terme un swap de USDC a BNB mitjançant PancakeSwap.

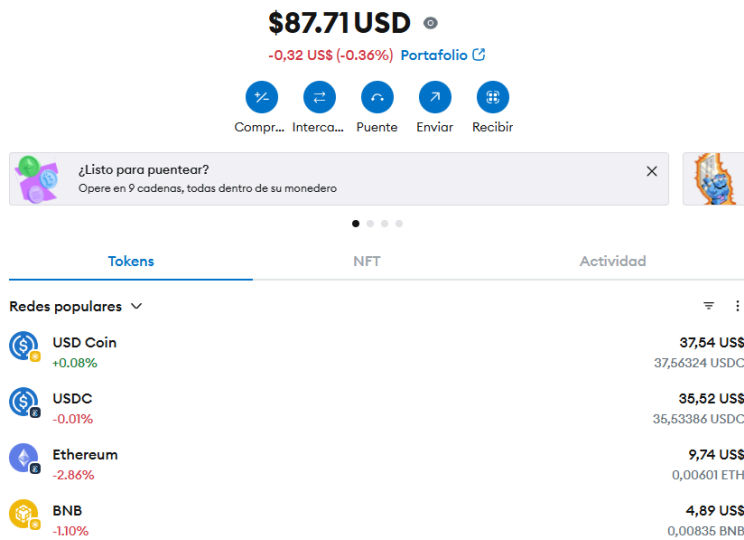


Figura 6. Balanç de la cartera previ al swap

Swap 1: USDC a ETH dins la xara d'Arbitrum, utilitzant el DEX de Metamask.



Figura 7. Operació d'intercanvi de 10 USDC per ETH utilitzant la interfície de MetaMask en la xarxa Arbitrum.

Swap 2: USDC a ETH dins la xarxa d'Arbitrum, utilitzant el DEX de Uniswap V3.

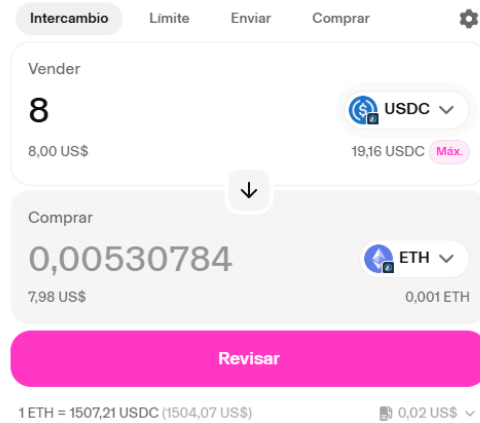


Figura 8. Operació d'intercanvi de USDC a ETH utilitzant la interfície de MetaMask en la xarxa Arbitrum.

Swap 3: USDC a BNB a la xarxa de BNB utilitzant EL DEX Pancakeswap.

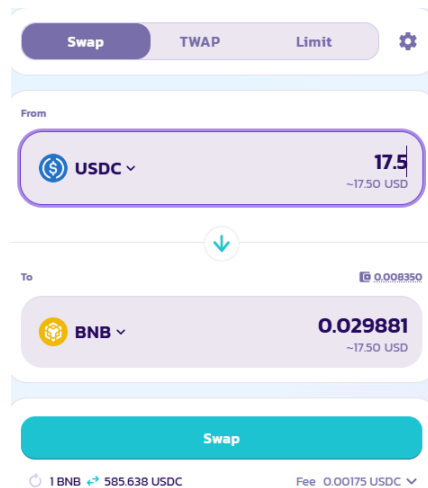


Figura 9. Operació d'intercanvi de USDC a BNB utilitzant la interfície de PancakeSwap en la xarxa BNB Chain.

Un cop realitzats aquests intercanvis, la cartera està preparada per aportar liquiditat a les *pool*s seleccionades en ambdues plataformes.

Redes populares	
USDC +0.00%	24,58 US\$ 24,53386 USDC
BNB -0.67%	22,01 US\$ 0,03754 BNB
Ethereum -2.22%	20,69 US\$ 0,01272 ETH
USD Coin -0.05%	20,08 US\$ 20,06324 USDC

Figura 10. Composició de la cartera un cop realitzats els intercanvis

### 5.3.2. Selecció del rang per a ambdues xarxes.

En el context de la provisió de liquiditat en protocols basats en el model *Automated Market Maker* (AMM), com Uniswap v3 o PancakeSwap v3, els proveïdors de liquiditat (LPs) poden escollir un rang de preus concret en què volen concentrar la seva liquiditat. Aquesta funcionalitat, coneguda com a liquiditat concentrada, permet maximitzar l'eficiència del capital aportat, ja que la liquiditat només s'activa en els trams de preu on hi ha activitat de mercat.

Per al present treball, s'ha optat per un rang del 30%, distribuït de manera simètrica en  $\pm 15\%$  respecte al preu actual de l'actiu volàtil (WETH o WBNB, segons la xarxa) en relació amb USDC. Aquesta elecció respon a diversos criteris de rendibilitat, gestió del risc i coherència experimental.

En primer lloc, es tracta d'un rang prou ampli per absorbir la volatilitat habitual d'actius com ETH o BNB sense que la posició esdevingui inactiva amb petits moviments de preu. Un rang massa estret podria oferir un rendiment potencialment més elevat, però també implicaria un risc molt més alt de quedar fora de rang, fet que interrompria la generació de comissions i exigiria una gestió constant. Aquest escenari no reflecteix l'estratègia que aplicaria un inversor mitjà amb un enfocament no professional.

En segon lloc, un rang del 30% ofereix un bon equilibri entre rendiment i estabilitat operativa. Tot i que el rendiment per unitat de capital invertit pot ser lleugerament inferior al d'un rang més ajustat, la probabilitat de mantenir la posició activa durant més temps augmenta significativament. Aquesta configuració reforça el caràcter realista i aplicable de l'estratègia, ja que reflecteix el comportament d'un inversor mitjà dins l'ecosistema DeFi, que busca rendibilitat però sense haver de monitoritzar constantment la posició. També permet mantenir condicions homogènies entre les dues xarxes analitzades, cosa que facilita una comparació objectiva dels resultats obtinguts.

A més, aquest enfocament facilita la comparació entre Uniswap v3 (a la xarxa Arbitrum) i PancakeSwap v3 (a la BNB Chain), ja que manté condicions similars i afavoreix una anàlisi objectiva dels resultats obtinguts.

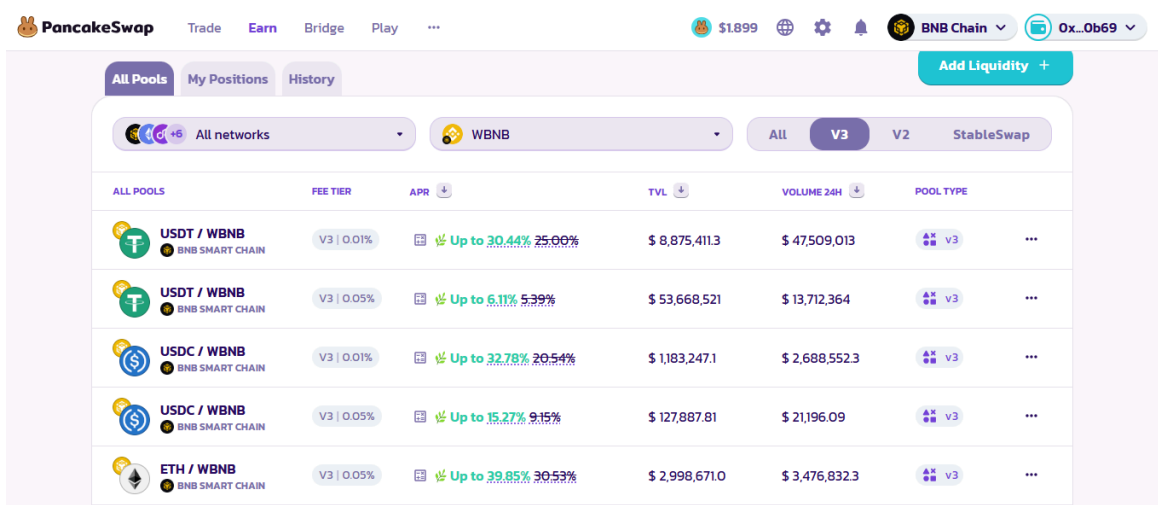
Cal tenir present, però, que si el preu de l'actiu surt del rang establert, la posició deixa de generar comissions i queda composta totalment per un dels dos actius del parell: si el preu puja per sobre del màxim, la posició es converteix completament en USDC; si baixa per sota del mínim, queda íntegrament en WETH o WBNB. Tot i així, la posició no es tanca ni es perd: pot tornar a activar-se automàticament si el preu retorna dins el rang. Aquest

comportament pot accentuar la pèrdua impermanent, especialment si el preu no es recupera durant el període analitzat.

En definitiva, l'elecció d'un rang de  $\pm 15\%$  representa un compromís raonable entre capturar rendiment i mantenir estabilitat. Aquesta configuració permet dur a terme una anàlisi comparativa rigorosa i realista, alineada amb el perfil i les condicions operatives d'un inversor mitjà dins l'ecosistema DeFi.

### 5.3.3. Provisió de liquiditat a PancakeSwap (BNB Chain)

En el moment de seleccionar un parell d'actius per aportar liquiditat dins d'un protocol DeFi com PancakeSwap, és fonamental analitzar determinades mètriques per maximitzar les oportunitats de generar comissions i minimitzar riscos. En aquest cas, s'ha escollit el parell USDC / WBNB amb un fee tier del 0,01%, una comissió especialment baixa que generalment s'associa amb parells que tenen molta activitat i poca volatilitat relativa.



ALL POOLS	FEE TIER	APR	TVL	VOLUME 24H	POOL TYPE
USDT / WBNB BNB SMART CHAIN	V3   0.01%	Up to 30.44% 25.00%	\$ 8,875,411.3	\$ 47,509,013	v3
USDT / WBNB BNB SMART CHAIN	V3   0.05%	Up to 6.11% 5.39%	\$ 53,668,521	\$ 13,712,364	v3
USDC / WBNB BNB SMART CHAIN	V3   0.01%	Up to 32.78% 20.54%	\$ 1,183,247.1	\$ 2,688,552.3	v3
USDC / WBNB BNB SMART CHAIN	V3   0.05%	Up to 15.27% 9.15%	\$ 127,887.81	\$ 21,196.09	v3
ETH / WBNB BNB SMART CHAIN	V3   0.05%	Up to 39.85% 30.53%	\$ 2,998,671.0	\$ 3,476,832.3	v3

Figura 11. Llista de pools disponibles amb el token WBNB a PancakeSwap v3 en la BNB Chain.

La raó principal per optar per aquest parell i aquest nivell de comissió és que el volum negociat en les últimes 24 hores és superior al Total Value Locked (TVL) del pool. Aquest fet és un indicador clau de rotació: mostra que els actius del pool s'estan movent molt (hi ha molta activitat de compra i venda), la qual cosa incrementa la probabilitat que els proveïdors de liquiditat rebin comissions de manera constant. En altres paraules, un volum elevat respecte al TVL implica que els actius "treballen més" i generen més rendiment proporcionalment per als LPs.



A més, escollir un parell amb almenys un actiu estable \$USDC també ajuda a reduir l'exposició a la volatilitat i al risc de pèrdua impermanent, ja que aquest tipus d'actius mantenen el seu valor de manera relativament estable.

Per tant, aquesta decisió respon tant a criteris de rendibilitat (alta rotació = més comissions) com de gestió del risc, fet que la converteix en una opció òptima per a una estratègia pràctica i realista dins d'un treball acadèmic que vol avaluar el funcionament de les DeFi en contextos concrets.

Fem una petita correcció perquè la pool és amb \$WBNB i teníem a la wallet \$BNB.

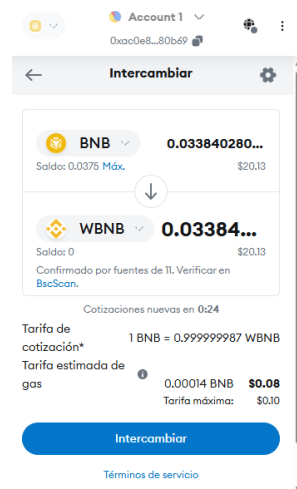


Figura 12. Conversió de BNB a WBNB mitjançant la cartera MetaMask a la BNB Chain.

Finalment, amb els paràmetres escollits, la nostra *pool* queda configurada amb una aportació de 0,01491 WBNB i 10 USDC, dins del parell WBNB / USDC i sota un fee tier del 0,01%, generant comissions en el rang de preus seleccionat del 30%. Un cop confirmem l'operació, la posició queda activa dins del protocol, i a partir d'aquest moment comença a generar comissions sempre que els intercanvis es produeixin en el rang.

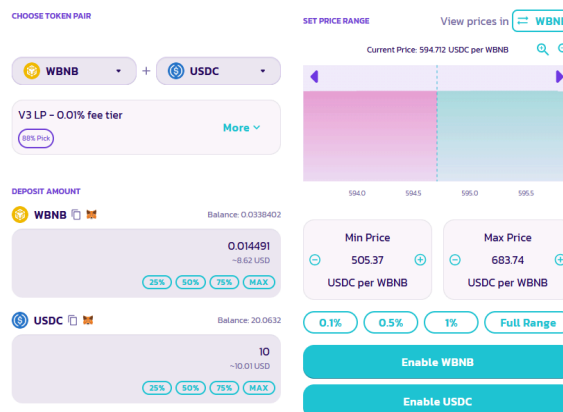


Figura 13. Configuració d'una aportació de liquiditat concentrada al parell WBNB/USDC a PancakeSwap.

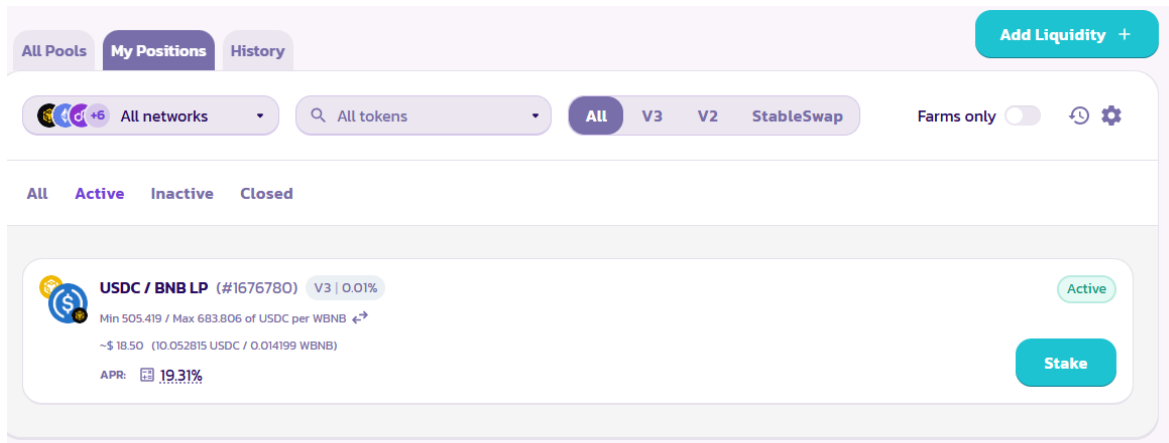


Figura 14. Posició activa de liquiditat al parell USDC/WBNB a PancakeSwap v3.

### 5.3.4. Estratègia de yield farming a Pancakeswap

Un cop generats els LP tokens, es va procedir a la segona estratègia: el yield farming. Aquesta estratègia consisteix a dipositar els LP tokens a la secció “Farms” de PancakeSwap, amb l'objectiu de rebre recompenses addicionals en forma de tokens \$CAKE, el token d'incentiu del protocol. Durant aquest procés, els LP tokens queden bloquejats dins del contracte de farming, i no es poden recuperar ni utilitzar lliurement fins que no es fa l'operació de “unstaking”. Tot i que és possible retirar la posició en qualsevol moment, aquest procés sol trigar uns dies a completar-se, fet que limita la liquiditat immediata de l'usuari i el deixa potencialment exposat davant canvis bruscos en el mercat.

Aquesta estratègia combina les comissions generades per l'activitat del pool amb els incentius del protocol, aportant una nova font de rendiment. No obstant això, cal tenir present diversos riscos associats: per una banda, el valor del token CAKE pot experimentar una volatilitat elevada, reduint el valor real de les recompenses. Per altra banda, el bloqueig temporal dels LP tokens implica una menor capacitat de reacció davant moviments inesperats del mercat, fet que pot afectar negativament la rendibilitat global de l'estratègia.

Tanmateix, continua sent una estratègia relativament senzilla de gestionar, especialment quan es compara amb altres protocols més tècnics com Uniswap v3, on la provisió de liquiditat requereix una gestió activa i ajustos continus del rang de preus.

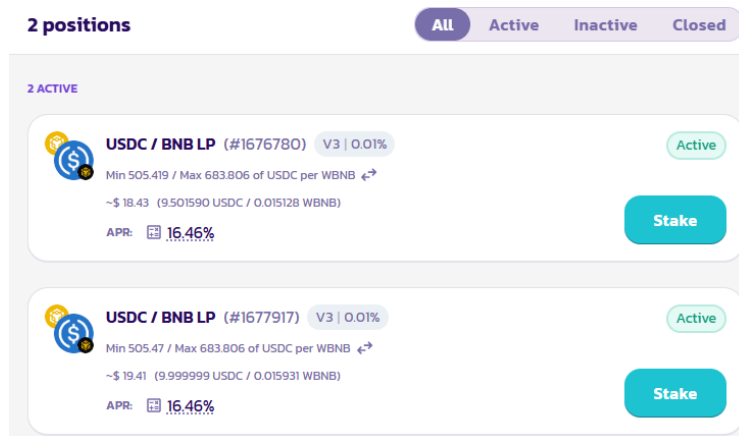


Figura 15. Dues posicions actives de provisió de liquiditat al parell USDC/WBNB a PancakeSwap v3.

Tal com es pot observar a la imatge anterior, es van generar dues posicions actives de provisió de liquiditat amb el parell USDC/WBNB, amb un fee tier del 0,01% i una configuració de rang de preus molt similar (entre aproximadament 505 i 683 USDC per WBNB). El valor aportat en cadascuna de les posicions és també molt proper, situant-se al voltant dels 18-19 dòlars.

A partir d'aquest punt, es poden diferenciar les dues estratègies amb l'objectiu de comparar el funcionament i els resultats obtinguts:

- En una de les dues posicions s'ha realitzat únicament la provisió de liquiditat, de manera que es reben comissions generades per l'activitat d'intercanvi dins del rang especificat, però sense cap incentiu addicional.
- L'altra posició s'ha vinculat a una estratègia de yield farming, fent staking dels LP tokens a la secció "Farms" de PancakeSwap per rebre recompenses en CAKE, a més de les comissions del pool.

La diferenciació ens permet observar i comparar els avantatges i inconvenients de cada opció, analitzant tant la rendibilitat final obtinguda com els riscos i limitacions associats, com ara la liquiditat bloquejada, el temps necessari per fer "unstaking" o la volatilitat del token d'incentiu.

Amb aquesta estructura experimental, es busca aportar una anàlisi empírica més completa que reflecteixi les diferents estratègies que un usuari pot seguir dins de l'ecosistema DeFi, i ajudar a comprendre quin impacte real tenen els incentius addicionals del yield farming sobre la rendibilitat neta.



Figura 16. Posició activa en yield farming al parell USDC/WBNB a PancakeSwap v3.

La posició de 19,41 USD ha estat traslladada al contracte de *farming*. L'estat de la posició ha canviat a "Farming" i es pot veure el botó "Harvest", que indica que ja s'estan acumulant recompenses en CAKE. Tanmateix, en el moment de la captura encara no s'ha generat cap recompensa (\$0,00), ja que l'activació havia estat recent. Aquesta imatge il·lustra el funcionament de l'estratègia de *yield farming* a PancakeSwap, on el procés de transició és senzill i s'executa directament des de la mateixa interfície del protocol.

### Tancament de la pool a Pancakeswap

2 setmanes després de crear la pool, desfem la operació i recuperem la nostra liquiditat.

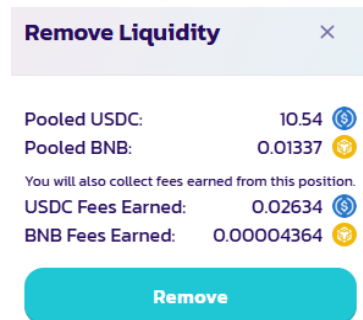


Figura 17. Vista de la retirada de liquiditat + fees generades a PancakeSwap.

A la imatge hi podem observar la provisió de liquiditat moments abans de ser retirada. S'hi mostren clarament les dues parts que componen la posició: 10,54 USDC i 0,01337 BNB. Aquest desglossament reflecteix l'evolució dels actius des del moment de la seva aportació, influïda tant pels moviments del mercat com per les interaccions dins la pool. A més, el sistema indica les comissions guanyades: 0,02634 USDC i 0,00004364 BNB, derivades dels intercanvis realitzats per altres usuaris dins del rang actiu. Aquestes xifres, tot i modestes, evidencien que la simple provisió de liquiditat pot generar ingressos passius de manera estable, sense necessitat de dur a terme cap acció activa més enllà de l'aportació inicial.

## Tancament de la pool en staking a Pancakeswap

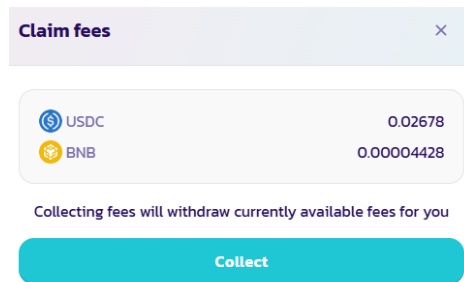


Figura 18. Recompte final de comissions generades en la posició amb staking a PancakeSwap.

Pel que fa a les comissions, la posició ha acumulat 0,02678 USDC i 0,00004428 BNB, unes xifres pràcticament idèntiques a les obtingudes en la posició equivalent sense *staking*. Ara bé, la diferència fonamental rau en el token CAKE: gràcies a l'activació del *staking*, la posició ha generat 0,019 CAKE com a recompensa addicional. Aquesta quantitat representa un rendiment extra, però també introdueix una incertesa vinculada a la volatilitat del token. A diferència de les comissions, el valor del \$CAKE no és estable ni previsible, i pot variar significativament en funció del comportament del mercat o de les polítiques del propi protocol ja que és un actiu més volàtil amb una capitalització de mercat molt més reduïda.



Figura 19. Retorn final de la posició amb yield farming a PancakeSwap, incloent recompenses en CAKE i actius recuperats.

Aquesta dinàmica implica que, malgrat que els rendiments en comissions siguin similars entre ambdues estratègies, la rendibilitat final pot divergir considerablement. En escenaris on el preu del CAKE augmenta, la posició amb *staking* pot obtenir un retorn clarament superior. En canvi, si el CAKE perd valor, aquest avantatge es pot esvaïr, tot i que mai suposar una rendibilitat negativa. A més, cal recordar que l'activació del *staking* comporta el bloqueig temporal dels LP tokens, la qual cosa limita la capacitat de resposta immediata de l'usuari davant canvis de mercat. Aquesta il·liquiditat temporal, com ja hem comentat afegeix un factor de risc addicional que no està present en l'estratègia de provisió simple de liquiditat.

### 5.3.5. Provisió de liquiditat a Uniswap v3 (Arbitrum One)

Un cop realitzats els swaps previs per obtenir \$ETH a través de la xarxa Arbitrum —una Layer 2 d'Ethereum que ofereix comissions més baixes i una millor escalabilitat—, es va

procedir a aportar liquiditat a Uniswap v3, utilitzant la funcionalitat de liquiditat concentrada, igual que s'havia fet a PancakeSwap.

L'objectiu d'aquesta estratègia és observar el comportament d'una provisió de liquiditat concentrada a Uniswap v3 sota condicions similars a les utilitzades a PancakeSwap, però sense aplicar cap programa d'incentius addicionals. Això permetrà fer una comparació directa entre dues implementacions pràcticament idèntiques en protocols diferents, posant a prova l'eficiència, la simplicitat d'ús i la rendibilitat obtinguda a cadascun d'ells.

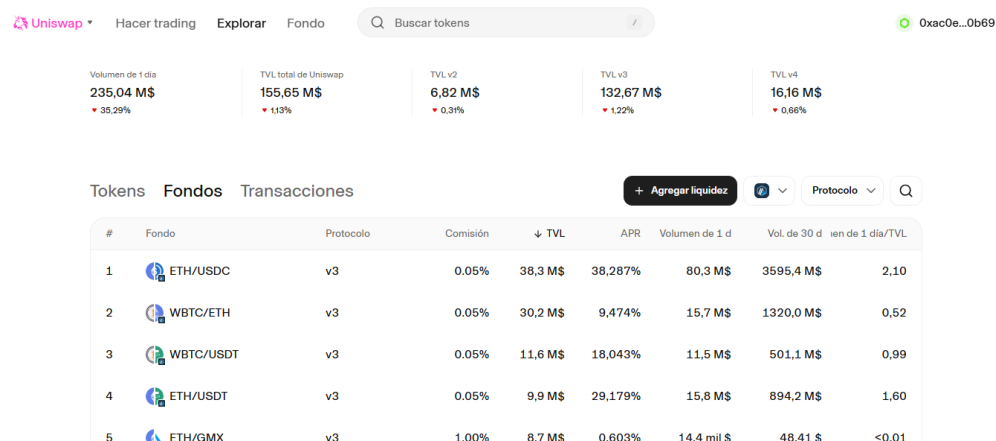


Figura 20. Principals pools de liquiditat a Uniswap v3 segons TVL.

Seguint el mateix criteri emprat a la xarxa BNB, es va seleccionar un rang de preus entorn del valor actual d'ETH respecte a USDC, configurant una franja d'activació del pool que abastés un 30% aproximadament.

La interfície d'Uniswap permet personalitzar el rang de forma precisa, i mostra les comissions potencials, el TVL i altres mètriques rellevants abans de confirmar la posició. La configuració final es va fer a través de la wallet MetaMask, i la posició resultant es va activar correctament dins del protocol, començant a generar comissions automàticament per cada intercanvi que es produeix dins del rang establert.

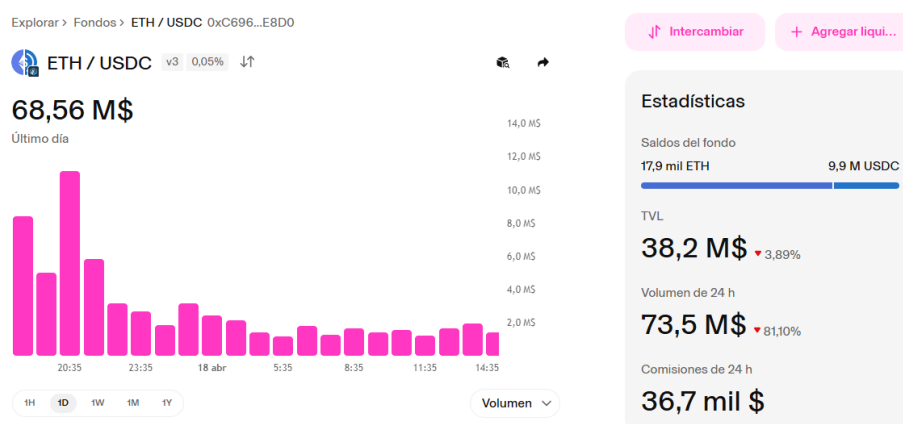


Figura 21. Estadístiques detallades de la pool escollida ETH/USDC a Uniswap v3.

L'APR (Annual Percentage Rate) és un indicador que expressa la rendibilitat anualitzada estimada d'una posició de liquiditat, basada exclusivament en les comissions generades pel protocol. En el cas dels AMM com Uniswap v3, aquest valor es calcula aproximadament a partir de la relació entre el volum d'intercanvis i el capital total bloquejat a la pool (TVL, o *Total Value Locked*).

Aquest càlcul parteix de la base que el volum diari d'intercanvis i el nivell actual de liquiditat es mantindrien constants durant tot un any, la qual cosa evidentment no es pot garantir, però serveix com a referència orientativa per estimar el potencial de rendiment de la pool.

Cal tenir en compte que l'APR no inclou eventuais guanys o pèrdues per variacions en el preu dels actius, ni tampoc considera les recompenses addicionals per incentius o yield farming, si n'hi hagués. És, per tant, una estimació centrada únicament en les comissions acumulades pel volum d'activitat dins del rang actiu de la posició.

Aquest valor es mostra habitualment a la interfície del protocol de forma dinàmica i serveix com a indicatiu per als LPs a l'hora de valorar la rendibilitat potencial d'una pool determinada.

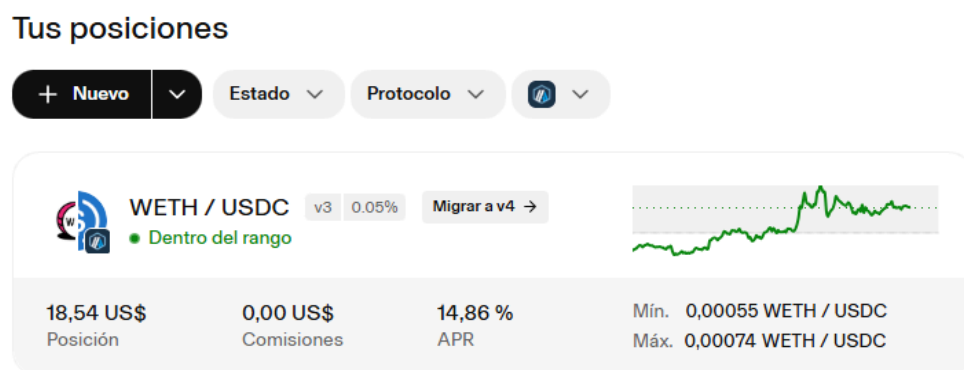


Figura 22. Posició inicial a Uniswap v3 dins del parell WETH/USDC.

En el moment d'activar la posició a la pool ETH/USDC, el valor total de la liquiditat aportada era de 18,54 USD, i es trobava plenament dins del rang operatiu establert. En aquell instant inicial, encara no s'havien acumulat comissions, ja que no s'havia registrat cap intercanvi dins la franja activa. El protocol mostrava un APR estimat del 14,86%, un valor calculat automàticament a partir del volum recent d'intercanvis i el total de liquiditat disponible (TVL), i que pot fluctuar en funció de l'activitat del mercat.

Els límits concrets del rang seleccionat es van situar entre 0,00055 i 0,00074 WETH per USDC, de manera que la liquiditat només s'activaria —i generaria rendiment— mentre el preu de mercat es mantingués dins d'aquest interval concret.

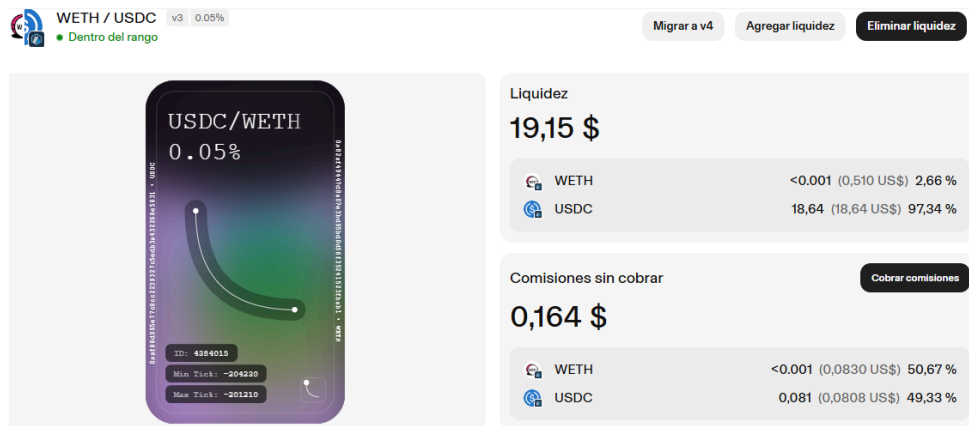


Figura 23. Posició activa a la pool WETH/USDC a Uniswap v3 aproximant-se al rang superior.

En aquest punt de l'operació, la composició de la posició mostra que s'ha convertit gairebé íntegrament en stablecoin, amb un 97,34% en \$USDC. Aquest desequilibri indica de manera clara que el preu del parell s'ha acostat al límit superior del rang establert, i que la posició està a punt de quedar fora de rang. Aquest comportament és característic del model de liquiditat concentrada, en què el protocol intercanvia automàticament l'actiu volàtil (\$WBNB) per l'estable (\$USDC) a mesura que el preu s'aproxima al límit superior. Si aquest se sobrepassa, la posició esdevé inactiva i deixa de generar comissions, tot i conservar el 100% dels fons en forma de \$USDC.

Aquest desplaçament es deu a una revalorització significativa de WBNB respecte a USDC, observada poc després de la creació de la posició. L'augment pot haver estat impulsat per dinàmiques internes del mercat cripto, sovint sensibles a factors externs com notícies rellevants, moviments institucionals o tendències especulatives. En aquest cas concret, el repunt podria estar vinculat a un increment de l'activitat a la BNB Chain, una reducció temporal de l'oferta de \$BNB, o bé a l'impuls generalitzat del mercat cripto en un context d'incertesa macroeconòmica.

En situacions de volatilitat elevada o inestabilitat als mercats tradicionals, és habitual que part del capital es desviï cap a criptomonedes com Bitcoin o Ethereum. Aquesta tendència sovint arrossega altres tokens com \$BNB, provocant pujades de preu sobtades. És en aquest escenari on s'ha produït la revalorització que ha portat la posició gairebé fins al límit superior del rang seleccionat.



Tot plegat posa de manifest com les estratègies de liquiditat concentrada poden veure's afectades per moviments inesperats del mercat, i reforça la importància de monitoritzar l'evolució del preu de l'actiu volàtil per reajustar el rang o tancar temporalment la posició si cal, evitant així períodes d'inactivitat.

### **Reajustament del rang: raonament i execució**

El reajustament del rang es va dur a terme amb l'objectiu de mantenir la posició dins d'un tram de preu actiu i assegurar la continuïtat en la generació de comissions. Aquesta decisió respon a la necessitat d'adaptar-se a l'evolució del mercat i evitar períodes d'inactivitat, en què la posició deixa de generar rendiment. Tot i que la liquiditat no es perd, l'oportunitat de seguir acumulant comissions desapareix mentre el preu es manté fora del rang, cosa que pot afectar negativament la rendibilitat final de l'estratègia.

Aquest tipus d'actuacions formen part d'una gestió activa, essencial per mantenir l'eficiència i el rendiment en protocols com Uniswap v3, especialment en entorns volàtils. La capacitat d'adaptació i de reconfigurar el rang quan el mercat es desplaça és clau per optimitzar els resultats d'aquest tipus d'inversió.

Els passos seguits en el procés de reajustament van ser els següents:

1. **Retirada de la liquiditat inicial**, que en aquell moment estava composta gairebé íntegrament per USDC, fruit de l'apropament del preu al límit superior del rang anterior.

Davant l'apropament del preu al límit superior del rang inicial i la possibilitat imminent que la posició deixés de generar comissions, es va decidir retirar la totalitat de la liquiditat i reajustar l'estratègia. En el moment de la retirada, la posició encara es trobava dins del rang actiu, però ja estava pràcticament composta per \$USDC, amb menys de 0,001 \$WETH i un total de 18,72 \$USDC, cosa que reflectia el desplaçament intern de la composició arran de la revalorització de l'actiu volàtil.

La valoració total de la posició en aquell moment era de 19,34 \$, amb una distribució del 56,89% en USDC i el 43,11% restant en \$WETH. Aquesta configuració mostra com el sistema havia anat venent progressivament \$WETH a mesura que el preu augmentava, fins a gairebé completar la conversió a stablecoin.

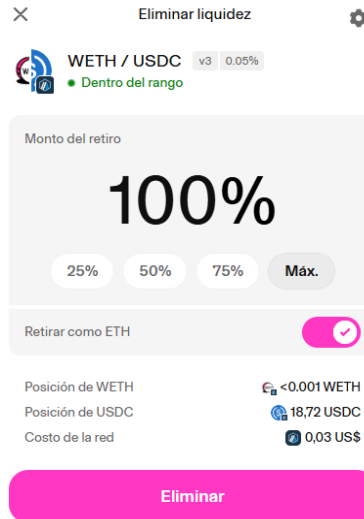


Figura 24. Retirada del 100% de la posició de liquiditat al parell WETH/USDC a Uniswap v3.

2. **Anàlisi del nou preu de mercat de l'ETH**, que havia augmentat aproximadament un 15% respecte al moment d'obertura de la posició original.
3. **Definició d'un nou rang de preus**, aquest cop més ampli ( $\pm 50\%$ ) i centrat en el nou preu de referència.
4. **Creació d'una nova posició a la mateixa pool ETH/USDC**, dins d'aquest nou rang, amb l'objectiu de tornar a activar la liquiditat i continuar generant comissions de manera immediata.

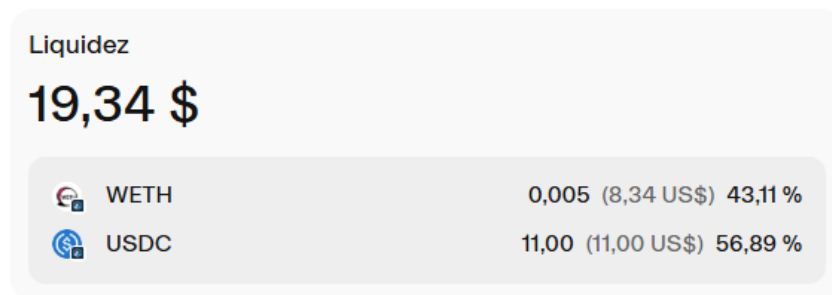


Figura 25. Nova pool amb el rang de preus actualitzat al parell WETH/USDC a Uniswap v3.

Un cop retirats els fons, es va procedir a obrir una nova posició amb un rang de preus més ampli, concretament del 50%. Aquesta ampliació s'ha realitzat amb l'objectiu de reduir la probabilitat que el preu torni a sortir del rang en poc temps, mantenint la posició activa durant més períodes de fluctuació del mercat. Tot i que això pot implicar una lleugera reducció de l'eficiència del capital (en comparació amb un rang més estret), ofereix una major estabilitat i minimitza la necessitat d'intervenció constant.

Aquest pas posa de manifest la importància d'adaptar activament l'estratègia de liquiditat concentrada a l'evolució del mercat, especialment quan es produeixen moviments sobtats en el preu de l'actiu volàtil.

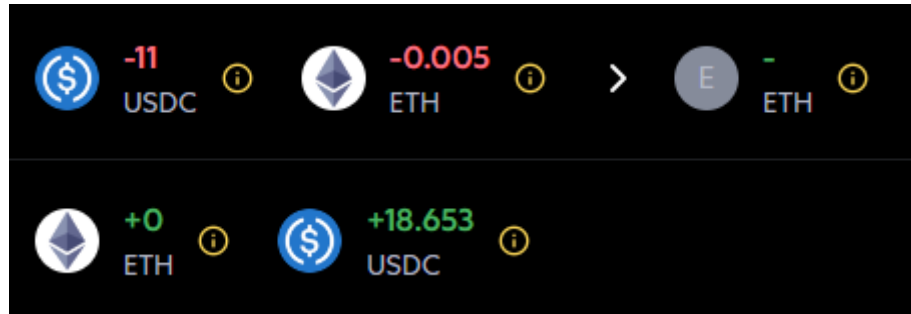


Figura 26. Tancament d'una pool i obertura d'una nova, visualitzat a l'historial de transaccions de la cartera MetaMask.

### Tancament de la posició

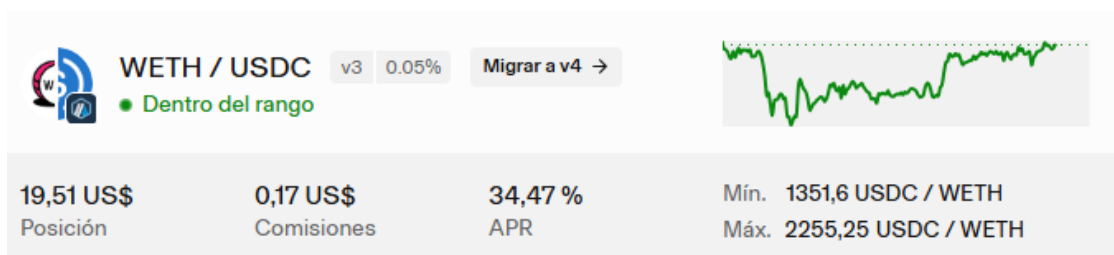


Figura 27. Posició final abans del tancament a Uniswap v3.

En el moment final, la posició tenia un valor total de 19,51 \$ i ja havia acumulat 0,17 \$ en comissions, fet que indica una continuïtat positiva en la generació de rendiment després del reajust del rang. Aquesta evolució confirma que, durant el període analitzat, la franja de preus escollida ha estat efectiva, ja que ha permès mantenir la liquiditat activa i aprofitar l'activitat de la pool.

L'APR estimat del 34,47%, tot i no ser una dada garantida, reflecteix un volum sostingut d'intercanvis dins del rang, la qual cosa valida l'estratègia aplicada tant pel que fa al parell seleccionat com a l'amplitud del rang. Malgrat la modesta quantitat de capital invertit, l'experiment ha evidenciat que una gestió adequada del rang pot tenir un impacte directe en la rendibilitat final, fet que posa de manifest la rellevància d'adaptar-se a les condicions del mercat per optimitzar el paper dels LPs dins l'ecosistema DeFi.

Amb aquesta posició final, es tanca el cicle complet de l'estratègia a Uniswap v3, confirmant que, tot i la complexitat tècnica que pot presentar aquest model, és possible aplicar-lo de forma efectiva amb una gestió mínimament activa i criteris clars de reajust.



Figura 28. Actius retornats després de tancar la posició a Uniswap v3.

## 5.4. Resultats comparatius de rendiment i gestió

A continuació, presentem una síntesi dels procediments i els resultats diferenciats entre les dues tal de reflectir les diferències en rendiment i gestió, i clarificar una posterior comparativa.

### 5.4.1. Resultats a PancakeSwap

Com hem vist, a PancakeSwap, s'han executat dues estratègies sobre el parell USDC/WBNB amb un fee tier del 0,01% i un rang de preus del  $\pm 15\%$ : d'una banda, la provisió simple de liquiditat, i de l'altra, la participació en yield farming mitjançant el *staking* dels LP tokens a la secció "Farms" del protocol.

En totes dues posicions, amb un capital aportat similar d'uns 18–19 USD, s'ha mantingut la liquiditat activa durant bona part del període, generant comissions acumulades molt similars, properes als 0,03 USD. Aquest resultat ha confirmat que ambdós enfocaments permeten captar rendiment de forma efectiva, sempre que el preu s'hagi mantingut dins del rang establert.

La principal diferència s'ha observat en la posició amb *staking*, la qual ha generat recompenses addicionals en forma de 0,019 tokens CAKE. Aquest incentiu ha aportat un rendiment extra no present a la posició estàndard, però també ha introduït una certa incertesa, ja que el valor del CAKE és variable i subjecte a volatilitat.

A més, el fet que els LP tokens hagin quedat bloquejats dins del contracte de *farming* ha comportat una pèrdua de liquiditat immediata i una capacitat de reacció més limitada, especialment davant canvis sobtats del mercat. Tot i això, el procés de *staking* ha estat àgil i fàcil d'implementar a través de la pròpia interfície del protocol.

### 5.4.2. Resultats a Uniswap v3

Per altra banda, l'estratègia aplicada a Uniswap v3 s'ha centrat únicament en la provisió simple de liquiditat, sense utilitzar cap programa d'incentius externs ni protocols

complementaris. S'ha aportat un capital inicial de 18,54 USD al parell ETH/USDC, configurant un rang de preus concentrat del  $\pm 15\%$  al voltant del preu de mercat de l'ETH. En aquest cas, aquesta configuració també ha permès activar la liquiditat dins d'una franja raonable i captar comissions derivades de l'activitat del mercat.

Durant els primers dies, el preu de l'ETH va experimentar una revalorització del 15%, fet que va provocar que la composició de la posició es desplaçés gairebé del tot cap a USDC i es va posar en risc la seva continuïtat activa. Per evitar l'inactivitat, es va dur a terme un reajustament del rang de preus, ampliant-lo fins al  $\pm 50\%$  sobre el nou preu de referència i mantenint la posició dins del tram actiu.

Un cop tancada definitivament, la posició ha assolit un valor final de 19,51 USD, amb comissions acumulades per valor de 0,17 USD. Aquest resultat confirma que, tot i l'absència de recompenses addicionals, la provisió de liquiditat concentrada ha pogut oferir un rendiment positiu mitjançant comissions, especialment gràcies a una gestió mínima però reactiva.

L'APR estimat del 34,47% ha reflectit una elevada activitat de swaps dins del rang seleccionat, i ha validat tant la tria del parell com l'estratègia de reajustament. Aquest valor, tot i ser orientatiu, ha indicat que la posició s'ha aprofitat de manera eficient durant el període analitzat.

## **5.5. Anàlisi comparatiu d'estratègies i plataformes**

Tot i que les dues plataformes —PancakeSwap i Uniswap v3— comparteixen una arquitectura tècnica similar basada en el model de liquiditat concentrada, l'experiència d'usuari, la gestió operativa i els resultats obtinguts presenten diferències remarcables. La configuració del rang de preus és un element comú als dos protocols i, a nivell conceptual, el funcionament bàsic de les estratègies és pràcticament idèntic: l'usuari aporta dos actius a una pool, defineix un tram de preus dins el qual vol proveir liquiditat i comença a generar comissions pels intercanvis dins d'aquest interval. No obstant això, la manera com aquesta experiència es trasllada a la pràctica és diferent.

PancakeSwap ofereix una interfície més senzilla i visual, especialment útil per a perfils menys tècnics. L'usuari pot fer swaps, configurar la pool i activar l'estratègia de *farming* des d'un mateix entorn, amb una corba d'aprenentatge molt suau. Uniswap, en canvi, requereix més familiaritat amb la lògica dels AMM, i la gestió del rang de preus, tot i ser més flexible,

també demana una supervisió més activa per evitar quedar fora de rang. En aquest sentit, l'experiment ha posat en relleu la importància de reajustar la posició a Uniswap quan el mercat es desplaça ràpidament, mentre que a PancakeSwap la posició s'ha mantingut activa de manera estable sense cap ajust.

Pel que fa a la rendibilitat, les diferències són notables. Malgrat que totes dues estratègies han generat ingressos a través de comissions mentre el preu s'ha mantingut dins del rang, la posició a Uniswap ha obtingut un rendiment superior, amb una acumulació final de 0,17 USD en comissions, enfront dels 0,03 USD generats per cada posició a PancakeSwap. Aquesta disparitat reflecteix, en part, una major activitat dins la pool d'ETH i la decisió de reajustar el rang de preus, fet que ha permès mantenir la posició activa i seguir generant ingressos. A més, l'APR estimat a Uniswap ha arribat al 34%, molt per sobre del rendiment esperat a PancakeSwap, fins i tot afegint-hi les recompenses en CAKE derivades del yield farming. Això deixa clar que, si es gestiona de manera activa, una posició a Uniswap pot oferir una rendibilitat clarament superior.

Ara bé, aquest major rendiment a Uniswap ve acompanyat d'un grau més alt d'implicació i d'exposició a riscos. El reajustament del rang ha estat essencial per evitar quedar fora de mercat, i aquest tipus de gestió activa implica temps, seguiment i coneixement. Si no s'actua amb rapidesa, la posició pot quedar inactiva i, per tant, deixar de generar comissions. Aquest risc operatiu, combinat amb la possibilitat de pèrdua impermanent —especialment quan el preu de l'actiu volàtil es desplaça de manera sostinguda en una direcció—, exigeix que l'inversor estigui atent a l'evolució del mercat. En el cas de PancakeSwap, el fet de no haver requerit cap ajust i haver mantingut el rendiment estable, encara que modest, pot resultar més atractiu per a perfils conservadors que prefereixen una estratègia més passiva.

Finalment, també cal valorar la naturalesa dels incentius. Les recompenses en CAKE han proporcionat un valor afegit a la posició de yield farming, però la seva dependència d'un token volàtil, amb menor capitalització i estabilitat que ETH o USDC, introdueix una incertesa significativa. És una rendibilitat potencial, però no garantida, i que depèn del comportament d'un actiu que pot depreciar-se ràpidament. Aquesta característica, unida al bloqueig temporal dels LP tokens, representa un risc d'il·liquiditat que no es presenta en la provisió simple de liquiditat.

## 6. Conclusions

L'anàlisi comparativa desenvolupada al llarg d'aquest treball ha permès observar de manera empírica com funcionen dues de les estratègies més representatives dins l'ecosistema DeFi: la provisió de liquiditat concentrada i el yield farming. A partir de les proves realitzades a PancakeSwap (BNB Chain) i Uniswap v3 (Arbitrum One), s'han pogut extreure conclusions clares tant pel que fa al rendiment com a la gestió i els riscos associats a cada estratègia.

En primer lloc, s'ha pogut constatar que ambdues plataformes ofereixen oportunitats reals per generar rendiments, fins i tot amb una inversió modesta. Tant PancakeSwap com Uniswap han demostrat que, sempre que el preu es mantingui dins del rang seleccionat, les comissions s'acumulen de manera constant. No obstant això, el rendiment final ha estat sensiblement superior a Uniswap, gràcies a una activitat més intensa dins la seva pool i, sobretot, a l'ajust estratègic del rang de preus quan el mercat ha evolucionat. Aquesta decisió ha estat clau per mantenir la posició activa i aprofitar la volatilitat de manera positiva.

Aquest punt ens porta a una segona conclusió fonamental: la importància de la gestió activa. Tot i que les DeFi es presenten sovint com una via per generar ingressos de forma passiva, l'experiència a Uniswap mostra que, per maximitzar el rendiment, cal seguir de prop l'evolució del mercat i estar disposat a actuar. El reajust del rang ha permès que la posició no quedés inactiva i continués generant comissions. Ara bé, aquesta gestió més dinàmica també implica una major exposició a errors, a la pèrdua impermanent i a la necessitat de coneixement tècnic.

En canvi, PancakeSwap ha destacat per la seva simplicitat i estabilitat operativa. La seva interfície és intuïtiva i l'activació del yield farming és directa. Això fa que sigui una opció molt més accessible per a usuaris novells o perfils menys tècnics. A més, encara que els resultats en comissions han estat inferiors, la incorporació de recompenses en CAKE ha aportat un valor afegit. Tot i que aquesta recompensa està subjecta a la volatilitat del token d'incentiu, pot representar un incentiu interessant si el mercat es manté estable o a l'alça. No obstant això, també s'ha evidenciat que el bloqueig dels LP tokens i la dependència d'un actiu volàtil com CAKE poden limitar la flexibilitat i introduir riscos addicionals.

Per altra banda, una altra conclusió rellevant fa referència a la necessitat de coneixement per operar de manera eficient dins l'ecosistema DeFi. Més enllà de la configuració tècnica de les posicions, cal entendre el funcionament dels protocols, la natura de cada actiu, i les

condicions de mercat que poden alterar la rendibilitat d'una estratègia. A diferència del sistema bancari tradicional, on moltes operacions es poden delegar o automatitzar sota supervisió professional, les DeFi exigeixen una participació directa i conscient per part de l'usuari.

En definitiva, aquest treball no ha volgut idealitzar ni rebutjar les finances descentralitzades. Més aviat, ha intentat aportar una mirada realista, rigorosa i aplicada sobre el funcionament de dues plataformes referents, mostrant com s'hi pot operar, què s'hi pot esperar i en quines condicions poden resultar més o menys favorables. Els resultats obtinguts confirmen que les DeFi poden ser una eina útil per generar rendiment i diversificar estratègies financeres, sempre que s'utilitzin amb coneixement i una gestió adequada del risc.

El camí cap a una adopció més àmplia d'aquestes tecnologies dependrà no només del seu rendiment, sinó també de la seva usabilitat, seguretat i del marc regulador que les envolti. Però una cosa sembla clara: les DeFi ja no són una promesa de futur llunyana, sinó una realitat cada cop més present, que val la pena conèixer, experimentar i analitzar amb criteri.



## 7. Referències bibliogràfiques

Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). The changing nature of financial intermediation and the financial crisis of 2007–2009. *Annual Review of Economics*, 2(1), 603–618.

<https://doi.org/10.1146/annurev.economics.102308.124420>

Allen, F., & Santomero, A. M. (1997). The theory of financial intermediation. *Journal of Banking & Finance*, 21(11–12), 1461–1485. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(97\)00032-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(97)00032-0)

Angeris, G., & Chitra, T. (2020). Improved price oracles: Constant function market makers. In *Advances in Financial Technologies* (pp. 80–91). <https://doi.org/10.1145/3419614.3423251>

Aquilina, M., Frost, J., & Schrimpf, A. (2023). Decentralised Finance (DeFi): A Functional Approach. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4391234>

Aspris, A., Foley, S., Svec, J., & Wang, L. (2021). Decentralized exchanges: The “wild west” of cryptocurrency trading. *International Review of Financial Analysis*, 77, 101845.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101845>

Bartoletti, M., Chiang, J. H., & Lluch-Lafuente, A. (2021). A theory of automated market makers in DeFi. In *Coordination Models and Languages* (pp. 168–187).

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-78142-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78142-2_11)

Binance Academy. (2023). ¿Qué es Zero-Knowledge Proof y cómo afecta a la blockchain? Recuperat de:

<https://academy.binance.com/es/articles/what-is-zero-knowledge-proof-and-how-does-it-impact-blockchain>

Binance. (2023). El futuro de las finanzas descentralizadas: DeFi y su impacto en la economía global.

Recuperat de: <https://www.binance.com/es-LA/square/post/18257306715489>

Binance. (2024). Informe anual de la cadena BNB: Un crecimiento del 58% en TVL, un aumento del 17% en las direcciones únicas y una caída del 67% en las pérdidas de seguridad definen el éxito de 2024. Recuperat de

<https://www.binance.com/es-LA/square/post/12-23-2024-bnb-chain-annual-report-58-tvl-growth-17-unique-addresses-increase-and-67-drop-in-security-losses-define-2024-s-success-17955603824938>

Binance (2024). ¿Qué es la Capa 0 en blockchain? Recuperat de:

<https://academy.binance.com/es/articles/what-is-layer-0-in-blockchain>

Bullmann, D., Klemm, J., & Pinna, A. (2019). In search for stability in crypto-assets: are stablecoins the solution? (No. 230). ECB Occasional Paper. <https://doi.org/10.2866/969389>

Buterin, V. (2014). Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform.

Recuperat de <https://ethereum.org/en/whitepaper/>

Caldarelli, G. (2021). The blockchain oracle problem in decentralized finance—A multivocal approach. *Applied Sciences*, 11(16), 7572. <https://doi.org/10.3390/app11167572>

Caldarelli, G., & Ellul, J. (2021). The blockchain oracle problem in decentralized finance - A multivocal approach. *Applied Sciences*, 11(16), 6752. <https://doi.org/10.3390/app11166752>

- Chandra, A. (s.f.). *Exploring Blockchain Layers: Application to Security*. LinkedIn.  
<https://www.linkedin.com/pulse/exploring-blockchain-layers-application-security-amit-chandra/>
- Chen, Y., & Bellavitis, C. (2020). Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*, 13, e00151.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151>
- Chen, Y., & Bellavitis, C. (2019). Decentralized Finance: Blockchain Technology and the Quest for an Open Financial System. Stevens Institute of Technology School of Business Research Paper. Recuperat de: <https://ssrn.com/abstract=3418557>
- Cryptopedia. (2024). Ampleforth (AMPL): An Algorithmic Rebase Cryptocurrency. Recuperat de <https://www.gemini.com/es-LA/cryptopedia/ampleforth-protocol-ampl-coin-stablecoin>
- Decentralized Finance (DeFi) vs. Traditional Finance: A Comparative Analysis. (s. f.). Recuperat de: <https://coinmetro.com/es-es/learning-lab/decentralized-finance-vs-traditional-finance>
- Decentralized finance: The future of finance. *Journal of Financial Technology*. Recuperat de: <https://academic.oup.com/jfr/article/6/2/172/5913239>
- Decentralised finance (DeFi) and DAOs. (s. f.). BaFin. Recuperat de: [https://www.bafin.de/EN/Aufsicht/FinTech/Geschaeftsmodelle/DLT\\_Blockchain\\_Krypto/DAOS/DAOS\\_node\\_en.html](https://www.bafin.de/EN/Aufsicht/FinTech/Geschaeftsmodelle/DLT_Blockchain_Krypto/DAOS/DAOS_node_en.html)
- Dirk A Zetsche, Douglas W Arner, Ross P Buckley, (2020). Decentralized Finance. *Journal of Financial Regulation*, 6(2), 172–203. <https://doi.org/10.1093/jfr/fjaa010>
- Ethereum Foundation. (2024). Proof of stake. Recuperat de: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>
- FasterCapital. (2023). Key players in the financial industry. Recuperat de: <https://fastercapital.com/topics/key-players-in-the-financial-industry.html>
- Fran H. (2024, 7 de octubre). USDT y DAI: Stablecoins centralizadas vs. descentralizadas. *BeInCrypto*. Recuperado de <https://es.beincrypto.com/aprende/holdear-criptomonedas-stablecoins-descentralizadas/#h-stablecoins-centralizadas>
- Fu, S., Wang, Q., Yu, J., & Chen, S. (2023). Rational Ponzi Game in Algorithmic Stablecoin. *IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)*, 1–6.  
<https://doi.org/10.1109/ICBC56567.2023.10174904>
- Gordon, G., & Winton, A. (2003). Financial intermediation. In *Handbook of the Economics of Finance* (pp. 431–552). Elsevier. Disponible a <https://econpapers.repec.org/bookchap/eeefinchp/1-08.htm>
- Grassi, L., Lanfranchi, D., Faes, A., & Renga, F. M. (2022). Do we still need financial intermediation? The case of decentralized finance – DeFi. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 19(3), 323–347. <https://doi.org/10.1108/QRAM-03-2021-0051>
- Grigo, J., Hansen, P., Patz, A., & von Wachter, V. (2020). Decentralized finance (DeFi)-A new Fintech Revolution: The blockchain trend explained. Recuperat de [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-07/200729\\_whitepaper\\_decentralized-finance.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-07/200729_whitepaper_decentralized-finance.pdf)

Gudgeon, L., Werner, S., Perez, D., & Knottenbelt, W. J. (2020). DeFi protocols for loanable funds: Interest rates, liquidity and market efficiency. In *Advances in Financial Technologies* (pp. 92–112). <https://doi.org/10.1145/3419614.3423254>

Indra. (2018). Descentralización, inmutabilidad y seguridad de los datos, claves de blockchain. Recuperat de: <https://www.indracompany.com/es/blogneo/descentralizacion-inmutabilidad-seguridad-datos-claves-blockchain>

Investopedia. (2024). What is proof of work (PoW) in blockchain? Recuperat de: <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>

Kaczynski, J. (2021). The rise of stablecoins and their impact on the financial market. *Finance and Economics Review*, 9(4), 25-40. <https://doi.org/10.1016/j.fe.2021.06.003>

Klages-Mundt, A., Harz, D., Gudgeon, L., Liu, J.-Y., & Minca, A. (2020). Stablecoins 2.0: Economic Foundations and Risk-based Models. *Proceedings of the 2nd ACM Conference on Advances in Financial Technologies*, 59–79. <https://doi.org/10.1145/3419614.3423261>

MNOHOHGHITNEI, I., HOROBET, A., & BELAȘCU, L. (2022). Bitcoin is so Last Decade – How Decentralized Finance (DeFi) could Shape the Digital Economy. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 14(1), 87–99. <https://doi.org/10.24818/ejis.2022.06>

Mohan, V. (2022). Automated market makers and decentralized exchanges: A DeFi primer. *Financial Innovation*, 8(20). <https://doi.org/10.1186/s40854-022-00300-5>

Monga, S., & Singh, D. (2022). MRBSChain a novel scalable medical records binance smart chain framework enabling a paradigm shift in medical records management. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22569-3>

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Recuperat de <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>

OSL. (n.d.). A journey through DeFi history. OSL Academy. Recuperat de <https://osl.com/academy/article/a-journey-through-defi-history>

Quattrocchi, G., Scaramuzza, F., & Tamburri, D. A. (2024). The Blockchain Trilemma: An Evaluation Framework. *IEEE Software*. <https://doi-org.sabidi.urv.cat/10.1109/MS.2024.3417341>

Ricci, A. (2023, 29 octubre). DeFi Vs traditional finance: what is the difference? - Scaling Parrots. *Scaling Parrots*. <https://www.scalingparrots.com/en/defi-vs-traditional-finance-the-difference/>

Sguanci, C., Spatafora, R., & Vergani, A. M. (2021). Layer 2 blockchain scaling: A survey. *arXiv preprint arXiv:2107.10881*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10881>

SoluLab. (s.f.). *Decentralized exchanges – Role in DeFi*. <https://www.solulab.com/decentralized-exchanges-role-in-defi/>

Telcoin (s.f.). *Understanding liquidity pools*. Telco. Recuperat de <https://www.telco.in/es/support-center/cryptocurrency-basics/staking-and-yield-farming>

TechVidvan. (s.f.). *Cryptography in Blockchain*. TechVidvan. <https://techvidvan.com/tutorials/cryptography-in-blockchain/>

**Font:** Unknown Gravity (s. f.). *La importancia de la descentralización en blockchain*. Recuperat de: <https://www.unknowngravity.com/articulos/la-importancia-de-la-descentralizacion-en-blockchain>

Werth, J., Berenjestanaki, M. H., Barzegar, H. R., El Ioini, N., & Pahl, C. (2023). A Review of Blockchain platforms based on the scalability, security and decentralization trilemma. *ICEIS*, (1), 146-155. <https://doi.org/10.5220/0011837200003467>

Xu, J., Paruch, K., Cousaert, S., & Feng, Y. (2022). SoK: Decentralized exchanges (DEX) with automated market maker (AMM) protocols. *ACM Computing Surveys*. <https://doi.org/10.1145/3570639>

Zetsche, D., Arner, D., & Buckley, R. (2020). Decentralized Finance. *Journal of Financial Regulation*, 6(2), 172–203. <https://doi.org/10.1093/jfr/fjaa010>

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)* (pp. 557–564). <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>

## 8. Annexos

Glossari de termes sobre Finances Descentralitzades (DeFi)

A

**AMM (Automated Market Maker)** – Protocol que permet el comerç d'actius sense necessitat d'un llibre d'ordres tradicional. Utilitza fórmules matemàtiques i pools de liquiditat per fixar preus. Exemple: Uniswap.

**APY (Annual Percentage Yield)** – Percentatge de rendiment anual obtingut per una inversió, tenint en compte la capitalització composta.

B

**Blockchain** – Tecnologia descentralitzada que registra transaccions de manera segura i immutable en una xarxa distribuïda. És la base de DeFi.

**Bridge** – Protocols que permeten la transferència d'actius i dades entre diferents blockchains.

C

**CeFi (Centralized Finance)** – Finances centralitzades on els serveis financers són gestionats per entitats tradicionals o empreses centralitzades. Exemple: Binance, Coinbase.

**Collateral** – Actiu que es diposita com a garantia en un préstec DeFi per evitar impagaments. Exemple: dipositar ETH per obtenir DAI a MakerDAO.

D

**DAO (Decentralized Autonomous Organization)** – Organització autònoma descentralitzada governada per smart contracts i votació comunitària, sense una autoritat central.

**dApp (Decentralized Application)** – Aplicació descentralitzada construïda sobre blockchain, que funciona sense servidors centrals.

**DEX (Decentralized Exchange)** – Plataforma d'intercanvi de criptomonedes sense intermediaris, que opera a través d'smart contracts. Exemple: Uniswap, SushiSwap.

**DeFi (Decentralized Finance)** – Ecosistema de serveis financers descentralitzats basats en blockchain, que elimina la necessitat de bancs i intermediaris.

**Derivats en DeFi** – Productes financers que obtenen el seu valor a partir d'un actiu subjacent, com ara criptomonedes o stablecoins.

E

**Ethereum** – Plataforma blockchain més utilitzada en DeFi, que permet executar smart contracts i crear aplicacions descentralitzades.

F

**Flash Loan** – Préstecs instantanis en DeFi que es concedeixen i es tornen en la mateixa transacció, sense necessitat de col·lateral.

G

**Gas Fees** – Comissions de transacció en una blockchain (com Ethereum) que es paguen als miners o validadors per processar operacions.

H

**HODL** – Estratègia d'inversió en criptomonedes basada en mantenir els actius a llarg termini, independentment de la volatilitat del mercat.

L

**Layer 2 (L2)** – Solucions de segona capa que milloren l'escalabilitat i redueixen les comissions de blockchain com Ethereum. Exemple: Arbitrum, Optimism.

**Liquidity Pool (Pool de Liquiditat)** – Conjunt de fons bloquejats en un smart contract que permeten les operacions en un DEX sense necessitat d'un llibre d'ordres tradicional.

**LTV (Loan-to-Value Ratio)** – Percentatge que indica la quantitat de diners que es pot demanar prestat en relació amb el col·lateral dipositat.

M

**Market Maker (Creador de mercat)** – Agent que proporciona liquiditat als mercats de DeFi facilitant la compra i venda d'actius.

N

**NFT (Non-Fungible Token)** – Actiu digital únic registrat a la blockchain que representa propietat sobre un bé digital o físic.

P

**Proof of Stake (PoS)** – Mecanisme de consens en blockchain que utilitza validadores que bloquegen criptoactius per assegurar la xarxa i validar transaccions.

**Proof of Work (PoW)** – Algorisme de consens que requereix mineria per verificar i afegir transaccions a la blockchain.

**Protocol** – Conjunt de regles i smart contracts que defineixen el funcionament d'un servei DeFi. Exemple: Aave, Compound.

R

**Rug Pull** – Estafa en la qual els creadors d'un projecte DeFi desapareixen amb els fons dels inversors.

S

**Scalability (Escalabilitat)** – Capacitat d'una blockchain per processar un gran nombre de transaccions per segon sense incrementar costos.

**Smart Contract** – Programa autònom en blockchain que executa accions automàticament quan es compleixen certes condicions.

**Stablecoin** – Criptomoneda vinculada a un actiu estable (com el dòlar o l'or) per reduir la volatilitat. Exemple: USDT, DAI, USDC.

T

**TVL (Total Value Locked)** – Valor total d'actius bloquejats en un protocol DeFi, indicador clau de la seva popularitat i ús.

W

**Wallet (Moneder)** – Eina digital per emmagatzemar i gestionar criptomonedes i tokens. Pot ser custodiada (com Binance) o no custodiada (com MetaMask).

**Wrapped BNB** – Token que representa un altre actiu en una blockchain diferent, com Wrapped BNB (WBTC), que representa BTC en Ethereum.



## Glossari de termes sobre Finances Descentralitzades (DeFi)

### A

**AMM (Automated Market Maker)** – Protocol que permet el comerç d'actius sense necessitat d'un llibre d'ordres tradicional. Utilitza fórmules matemàtiques i pools de liquiditat per fixar preus. Exemple: Uniswap.

**APY (Annual Percentage Yield)** – Percentatge de rendiment anual obtingut per una inversió, tenint en compte la capitalització composta.

### B

**Blockchain** – Tecnologia descentralitzada que registra transaccions de manera segura i immutable en una xarxa distribuïda. És la base de DeFi.

**Bridge** – Protocols que permeten la transferència d'actius i dades entre diferents blockchains.

### C

**CeFi (Centralized Finance)** – Finances centralitzades on els serveis financers són gestionats per entitats tradicionals o empreses centralitzades. Exemple: Binance, Coinbase.

**Collateral** – Actiu que es diposita com a garantia en un préstec DeFi per evitar impagaments. Exemple: dipositar ETH per obtenir DAI a MakerDAO.

### D

**DAO (Decentralized Autonomous Organization)** – Organització autònoma descentralitzada governada per smart contracts i votació comunitària, sense una autoritat central.

**dApp (Decentralized Application)** – Aplicació descentralitzada construïda sobre blockchain, que funciona sense servidors centrals.

**DEX (Decentralized Exchange)** – Plataforma d'intercanvi de criptomonedes sense intermediaris, que opera a través d'smart contracts. Exemple: Uniswap, SushiSwap.

**DeFi (Decentralized Finance)** – Ecosistema de serveis financers descentralitzats basats en blockchain, que elimina la necessitat de bancs i intermediaris.

**Derivats en DeFi** – Productes financers que obtenen el seu valor a partir d'un actiu subjacent, com ara criptomonedes o stablecoins.

E

**Ethereum** – Plataforma blockchain més utilitzada en DeFi, que permet executar smart contracts i crear aplicacions descentralitzades.

F

**Flash Loan** – Préstecs instantanis en DeFi que es concedeixen i es tornen en la mateixa transacció, sense necessitat de col·lateral.

G

**Gas Fees** – Comissions de transacció en una blockchain (com Ethereum) que es paguen als miners o validators per processar operacions.

H

**HODL** – Estratègia d'inversió en criptomonedes basada en mantenir els actius a llarg termini, independentment de la volatilitat del mercat.

L

**Layer 2 (L2)** – Solucions de segona capa que milloren l'escalabilitat i redueixen les comissions de blockchain com Ethereum. Exemple: Arbitrum, Optimism.

**Liquidity Pool (Pool de Liquiditat)** – Conjunt de fons bloquejats en un smart contract que permeten les operacions en un DEX sense necessitat d'un llibre d'ordres tradicional.

**LTV (Loan-to-Value Ratio)** – Percentatge que indica la quantitat de diners que es pot demanar prestat en relació amb el col·lateral dipositat.

M

**Market Maker (Creador de mercat)** – Agent que proporciona liquiditat als mercats de DeFi facilitant la compra i venda d'actius.

N

**NFT (Non-Fungible Token)** – Actiu digital únic registrat a la blockchain que representa propietat sobre un bé digital o físic.

P

**Proof of Stake (PoS)** – Mecanisme de consens en blockchain que utilitza validadores que bloquegen criptoactius per assegurar la xarxa i validar transaccions.

**Proof of Work (PoW)** – Algorisme de consens que requereix mineria per verificar i afegir transaccions a la blockchain.

**Protocol** – Conjunt de regles i smart contracts que defineixen el funcionament d'un servei DeFi. Exemple: Aave, Compound.

R

**Rug Pull** – Estafa en la qual els creadors d'un projecte DeFi desapareixen amb els fons dels inversors.

S

**Scalability (Escalabilitat)** – Capacitat d'una blockchain per processar un gran nombre de transaccions per segon sense incrementar costos.

**Smart Contract** – Programa autònom en blockchain que executa accions automàticament quan es compleixen certes condicions.

**Stablecoin** – Criptomoneda vinculada a un actiu estable (com el dòlar o l'or) per reduir la volatilitat. Exemple: USDT, DAI, USDC.

T

**TVL (Total Value Locked)** – Valor total d'actius bloquejats en un protocol DeFi, indicador clau de la seva popularitat i ús.

W

**Wallet (Moneder)** – Eina digital per emmagatzemar i gestionar criptomonedes i tokens. Pot ser custodiada (com Binance) o no custodiada (com MetaMask).

**Wrapped BNB** – Token que representa un altre actiu en una blockchain diferent, com Wrapped BNB (WBTC), que representa BTC en Ethereum..