

---

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

# **Analize și cercetări privind utilizarea tehnologiilor Big Data și IoT pentru creșterea competitivității IMM-urilor din sectorul agroalimentar**

---

Doctorand **Diana-Elena Micle**

---

Conducător de doctorat **Prof. Univ. Dr. Felix Arion**

---



## **Introducere**

În contextul actual al globalizării și al evoluției tehnologice rapide, competitivitatea întreprinderilor mici și mijlocii (IMM-uri) din sectorul agroalimentar devine din ce în ce mai dependentă de capacitatea acestora de a adopta și integra noi tehnologii. Teza de doctorat intitulată "**Analize și cercetări privind utilizarea tehnologiilor Big Data și IoT pentru creșterea competitivității IMM-urilor din sectorul agroalimentar**" își propune să exploreze modul în care tehnologiile emergente, precum Big Data și Internetul Lucrurilor (IoT), pot fi utilizate pentru a spori competitivitatea acestor IMM-uri. Aceste tehnologii permit colectarea și analizarea unor volume mari de date, oferind astfel o perspectivă detaliată asupra proceselor agricole și contribuind la optimizarea acestora.

Teza este structurată în zece capitole, fiecare adresându-se unor aspecte diferite ale cercetării:

1. **Introducere:** Prezintă fundalul cercetării, obiectivele și întrebările de cercetare.
2. **Stadiul cunoașterii:** Revizuieste literatura existentă și evidențiază importanța tehnologiei în agricultură.
3. **Aplicații ale tehnologiei și Big Data:** Detaliază utilizările specifice ale acestor tehnologii în sectorul agroalimentar.
4. **Tendențe ale tehnologiei în agricultură:** Discută evoluțiile tehnologice în curs și politicile aferente.
5. **Analiza părților interesate din sector:** Examinează lanțurile valorice și rolul IMM-urilor.
6. **Contribuția personală:** Evidențiază contribuțiile originale ale acestei cercetări.
7. **Obiectivul cercetării:** Detaliază scopurile și ipotezele specifice.
8. **Material și Metodă:** Descrie metodologiile utilizate în cercetare.
9. **Rezultate și discuții:** Prezintă și analizează rezultatele.
10. **Concluzii și recomandări:** Rezumă concluziile cercetării și oferă sfaturi practice pentru părțile interesate.

În această teză, am formulat următoarele întrebări de cercetare pentru a ghida investigațiile noastre:

1. Cum îmbunătățesc tehnologiile Big Data și IoT competitivitatea IMM-urilor din sectorul agroalimentar?
2. Care sunt principalele aplicații ale tehnologiilor Big Data și IoT în agricultură?

3. Ce provocări întâmpină IMM-urile în implementarea tehnologiilor Big Data și IoT?
4. Ce strategii pot adopta IMM-urile pentru a integra eficient tehnologiile Big Data și IoT?

### **Importanța Tehnologiei**

Tehnologiile Big Data și Internetul Lucrurilor (IoT) oferă oportunități semnificative pentru sectorul agroalimentar. Aceste tehnologii permit o precizie fără precedent în monitorizarea și gestionarea resurselor agricole, contribuind la creșterea randamentelor și reducerea costurilor. Utilizarea acestor tehnologii revoluționează modul în care sunt gestionate fermele, oferind fermierilor informații detaliate și în timp real despre condițiile solului, sănătatea culturilor și utilizarea resurselor. Aceasta nu doar că optimizează procesele de producție, dar și minimizează riscurile și impactul negativ asupra mediului.

Un exemplu clar al importanței acestor tehnologii este reprezentat de agricultura de precizie. Aceasta utilizează date colectate de senzori și imagini satelitare pentru a monitoriza variabile esențiale precum umiditatea solului, nivelul de nutrienți și starea de sănătate a plantelor. În acest fel, fermierii pot lua decizii informate, aplicând exact cantitatea necesară de apă, îngrășăminte și pesticide. Astfel, se reduc costurile și se îmbunătățește eficiența, ducând la creșterea producției și protejarea mediului.

De asemenea, IoT permite interconectarea diverselor echipamente agricole, de la tractoare autonome la sisteme de irigare inteligente. Aceste echipamente comunică între ele și cu fermierii, facilitând o gestionare integrată și automatizată a activităților agricole. Aceasta duce la o reducere a timpului și a efortului necesar pentru gestionarea fermei, permițând fermierilor să se concentreze pe aspecte strategice și inovatoare ale afacerii lor.

Mai mult decât atât, tehnologiile Big Data și IoT pot contribui la îmbunătățirea sustenabilității agriculturii. Prin monitorizarea și analiza datelor de mediu, fermierii pot implementa practici agricole mai prietenoase cu mediul, reducând utilizarea excesivă a pesticidelor și îngrășămintelor și minimizând impactul asupra ecosistemelor locale. Aceasta nu doar că protejează mediul, dar și contribuie la sănătatea și siguranța alimentară a consumatorilor.

În plus, aceste tehnologii facilitează trasabilitatea produselor agroalimentare de la fermă la furculiță. Datele colectate de la diferite etape ale lanțului de aprovizionare pot fi integrate și analizate pentru a asigura calitatea și siguranța alimentelor. Aceasta este deosebit de importantă în contextul

cerințelor tot mai stricte ale consumatorilor și ale autorităților privind transparența și siguranța alimentară.

Pe lângă beneficiile pentru fermieri, implementarea tehnologiilor Big Data și IoT în agricultură poate stimula inovarea și crearea de noi oportunități de afaceri. Start-up-urile și companiile tehnologice pot dezvolta soluții personalizate pentru nevoile specifice ale agriculturii moderne, contribuind la creșterea economică și la crearea de locuri de muncă în sectorul tehnologic și agricol.

### **Aplicații în agricultură**

Tehnologiile Big Data și Internetul Lucrurilor (IoT) sunt utilizate în agricultură pentru a monitoriza condițiile solului, sănătatea culturilor și eficiența utilizării resurselor. Aceste tehnologii permit colectarea unor cantități mari de date în timp real, care sunt apoi analizate pentru a oferi fermierilor informații precise și actualizate. Prin intermediul senzorilor plasați în sol, fermierii pot monitoriza nivelul de umiditate și nutrienți, ceea ce le permite să ajusteze irigarea și fertilizarea pentru a maximiza randamentele și a reduce pierderile.

De exemplu, senzori de umiditate pot detecta zonele din câmp care necesită apă, permițând irigarea țintită și eficientă. Acest lucru nu doar economisește apă, dar și previne supra-irigarea, care poate duce la eroziunea solului și la pierderi de nutrienți. De asemenea, senzori de nutrienți pot identifica deficiențele de elemente esențiale în sol, astfel încât fermierii pot aplica doar cantitățile necesare de îngrășămintă, reducând costurile și impactul asupra mediului.

IoT permite, de asemenea, monitorizarea sănătății culturilor prin intermediul dronelor și a imaginilor satelitare. Acestea pot detecta semnele timpurii ale bolilor sau dăunătorilor, permițând intervenții rapide și eficiente. De exemplu, imagini multispectrale captate de drone pot evidenția zonele afectate de stres hidric sau infestări, iar fermierii pot aplica tratamente specifice doar în acele zone, economisind resurse și protejând restul culturii.

În plus, tehnologiile Big Data pot prezice dezvoltarea culturilor pe baza datelor istorice și a modelelor climatice. Aceste predicții ajută fermierii să planifice ciclurile de plantare și recoltare, să gestioneze riscurile asociate cu condițiile meteorologice și să optimizeze utilizarea resurselor. De exemplu, un sistem de predicție poate indica momentul optim pentru semănat, astfel încât culturile să beneficieze de condițiile ideale de creștere.

Implementarea acestor tehnologii contribuie la creșterea eficienței generale a fermelor și la reducerea costurilor operaționale. De asemenea, ele susțin practicile agricole durabile prin optimizarea utilizării resurselor și reducerea impactului negativ asupra mediului.

## **Provocări**

Implementarea tehnologiilor Big Data și Internetul Lucrurilor (IoT) în agricultură vine cu o serie de provocări semnificative. Una dintre principalele provocări este necesitatea de a investi în echipamente costisitoare și de a dezvolta competențe digitale în rândul fermierilor. Multe dintre tehnologiile moderne necesită echipamente avansate care pot fi scumpe și dificile de accesat pentru IMM-urile din sectorul agroalimentar. De exemplu, utilizarea senzorilor pentru monitorizarea solului și a sănătății culturilor implică costuri inițiale ridicate și întreținere continuă.

O altă provocare majoră este legată de competențele digitale ale fermierilor. Mulți fermieri, în special cei din generațiile mai vechi, nu au competențele digitale necesare pentru a utiliza eficient aceste tehnologii. Aceasta necesită investiții suplimentare în formarea și educația lor pentru a putea adopta și utiliza noile tehnologii. De asemenea, există o disparitate regională în ceea ce privește adoptarea tehnologiilor, ceea ce poate crea inegalități între diferitele zone agricole.

Problemele de securitate a datelor reprezintă o altă preocupare semnificativă. Tehnologiile IoT și Big Data colectează și stochează cantități mari de date, care pot fi vulnerabile la atacuri cibernetice. Securitatea acestor date este esențială pentru a proteja informațiile sensibile ale fermierilor și pentru a preveni utilizarea neautorizată a datelor.

Integrarea diferitelor sisteme tehnologice este, de asemenea, o provocare importantă. Tehnologiile IoT și Big Data necesită o infrastructură robustă de comunicații și energie, care poate fi insuficient dezvoltată în zonele rurale. Crearea unei rețele de comunicații reziliente în regiunile rurale este esențială pentru avansarea Ag 4.0, facilitând partajarea și analiza eficientă a datelor.

## **Metodologie**

Cercetarea a implicat interviuri cu experți, grupuri de discuții și analize SWOT pentru a identifica barierele și oportunitățile în adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT în agricultura românească.

Interviurile cu experți au fost esențiale pentru a obține perspective valoroase de la profesioniști din domeniu, inclusiv fermieri, consultanți agricoli, cercetători și reprezentanți ai companiilor tehnologice. Aceste interviuri au fost structurate pentru a explora experiențele și opiniile experților privind implementarea și utilizarea tehnologiilor avansate în agricultură, precum și pentru a identifica provocările specifice cu care se confruntă IMM-urile în acest proces. În total, au fost realizate 75 de interviuri

cu experți din cinci țări europene (Franța, Italia, Olanda, România și Spania), oferind o gamă variată de puncte de vedere cu privire la cerințele tehnologice și dificultățile întâmpinate de IMM-urile din sectorul agroalimentar.

Grupurile de discuții au reunit părți interesate din diverse sectoare ale lanțului valoric agroalimentar pentru a discuta și valida rezultatele cercetării și cadrul strategic propus. Au fost organizate șase grupuri de discuții, fiecare concentrându-se pe aspecte diferite ale integrării tehnologiilor Big Data și IoT în agricultură. Aceste grupuri au permis un dialog deschis și constructiv, contribuind la o înțelegere mai profundă a nevoilor și preocupărilor diferitelor părți interesate. Discuțiile au abordat teme precum infrastructura necesară, costurile de implementare, competențele necesare și modalitățile de susținere a fermierilor în procesul de digitalizare.

Analiza SWOT a fost utilizată pentru a evalua punctele tari, punctele slabe, oportunitățile și amenințările asociate cu adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT în agricultură. Aceasta a inclus identificarea factorilor interni și externi care influențează succesul implementării acestor tehnologii. Prin integrarea analizei SWOT cu tehnica SBOC (Strengths, Barriers, Opportunities, Challenges), cercetarea a oferit o evaluare cuprinzătoare a factorilor care impactează IMM-urile, facilitând crearea de strategii concentrate care să fie în concordanță cu obiectivele de afaceri și condițiile de piață.

Mai mult, metodologia de cercetare a inclus și utilizarea unor metode cantitative și calitative pentru a asigura o abordare completă și riguroasă. Datele colectate din interviuri și grupuri de discuții au fost analizate statistic pentru a identifica tendințele și corelațiile relevante, în timp ce studiile de caz și observațiile de teren au oferit context și profunzime interpretării rezultatelor.

În plus, cercetarea a utilizat analiza SWOT combinată cu tehnica SBOC pentru a oferi o perspectivă detaliată asupra adoptării tehnologiilor în IMM-uri. Aceasta a implicat colectarea datelor prin chestionare distribuite fermierilor și altor părți interesate din industrie, urmate de analize cantitative pentru a evalua impactul perceput și potențial al tehnologiilor. Rezultatele au fost validate prin discuții în focus grupuri, asigurând o reprezentare corectă și echilibrată a opiniilor părților interesate.

Metodologia a inclus și organizarea de ateliere de lucru și seminarii pentru a disemina rezultatele preliminare ale cercetării și pentru a obține feedback de la participanți. Aceste evenimente au fost esențiale pentru a ajusta și îmbunătăți abordările de cercetare, precum și pentru a încuraja colaborarea și schimbul de cunoștințe între diferiții actori implicați în sectorul agroalimentar.

În plus, utilizarea tehnicilor de analiză a datelor a permis identificarea tendințelor emergente și a celor mai bune practici în adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT. Aceasta a inclus analiza datelor de la ferme pilot unde au fost

implementate aceste tehnologii, oferind exemple concrete de succes și lecții învățate. Aceste studii de caz au fost esențiale pentru a demonstra viabilitatea și beneficiile tehnologiilor, precum și pentru a identifica provocările practice în implementare.

### **Rezultate și discuții**

Rezultatele cercetării indică faptul că adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT poate crește semnificativ competitivitatea IMM-urilor din sectorul agroalimentar. Implementarea acestor tehnologii a condus la optimizarea proceselor operaționale, reducerea costurilor și creșterea randamentului. De exemplu, prin utilizarea senzorilor și a analizelor de date, fermierii au reușit să monitorizeze și să gestioneze mai eficient resursele agricole, ceea ce a dus la o utilizare mai judicioasă a apei și îngrășămintelor și la reducerea pierderilor.

Cu toate acestea, pentru a maximiza beneficiile acestor tehnologii și a depăși provocările asociate, este necesară o strategie coerentă. În cadrul cercetării, s-a identificat că barierele majore includ limitările tehnice, lipsa de expertiză și constrângerile financiare. De exemplu, multe IMM-uri întâmpină dificultăți în accesarea echipamentelor avansate și în formarea personalului pentru utilizarea noilor tehnologii. Este evident că fără o susținere adecvată și o strategie bine definită, IMM-urile pot avea dificultăți în adoptarea acestor tehnologii inovatoare.

Analiza SWOT combinată cu tehnica SBOC a relevat atât oportunitățile, cât și amenințările legate de adoptarea acestor tehnologii. Oportunitățile includ îmbunătățirea eficienței operaționale și accesul la noi piețe, în timp ce amenințările sunt reprezentate de riscurile de securitate a datelor și integrarea dificilă a sistemelor tehnologice diverse. De asemenea, au fost identificate și barierele culturale, unde rezistența la schimbare și lipsa unei culturi organizaționale favorabile inovării pot împiedica adoptarea pe scară largă a noilor tehnologii.

Implementarea unui cadru strategic adaptat a demonstrat îmbunătățiri tangibile în eficiența operațională a IMM-urilor. Orientările clare și cele mai bune practici furnizate au permis IMM-urilor să adopte și să integreze eficient tehnologiile BD și IoT, ducând la optimizarea proceselor lor operaționale. De exemplu, prin utilizarea platformelor IoT pentru monitorizarea în timp real a parametrilor de mediu și a stării culturilor, fermierii au putut reacționa prompt la orice schimbare, minimizând riscurile și maximizând randamentele.

Rezultatele studiilor de caz pilot au arătat o creștere semnificativă a productivității și competitivității IMM-urilor prin utilizarea soluțiilor adaptate BD și IoT. Soluțiile personalizate dezvoltate au îmbunătățit gestionarea resurselor și procesele de luare a deciziilor, demonstrând impactul pozitiv al

acestor tehnologii asupra performanței IMM-urilor. În plus, fermierii au raportat o reducere a costurilor operaționale și o creștere a randamentelor, ceea ce a condus la o îmbunătățire generală a sustenabilității și profitabilității fermelor.

Cercetarea a relevat, de asemenea, că colaborarea între diferiți actori din lanțul valoric agroalimentar este esențială pentru succesul adoptării acestor tehnologii. Prin crearea de parteneriate între fermieri, furnizori de tehnologie, și instituții academice, s-a facilitat transferul de cunoștințe și resurse, accelerând astfel procesul de digitalizare în agricultură. Această colaborare a permis împărtășirea celor mai bune practici și inovări, contribuind la adoptarea mai rapidă și mai eficientă a tehnologiilor avansate în întreaga industrie.

În plus, rezultatele au evidențiat importanța politicilor de susținere și a finanțării adecvate pentru a facilita adoptarea tehnologiilor BD și IoT. Multe IMM-uri au nevoie de sprijin financiar pentru a face investițiile necesare în echipamente și formare. Programele guvernamentale și inițiativele de finanțare pot juca un rol crucial în acest sens, asigurându-se că fermierii au acces la resursele necesare pentru a adopta și utiliza eficient noile tehnologii.

Analiza detaliată a datelor colectate a permis identificarea celor mai bune practici pentru integrarea tehnologiilor BD și IoT în operațiunile agricole. Aceste practici includ utilizarea sistemelor de monitorizare integrată, implementarea unor platforme de date deschise și dezvoltarea unor soluții personalizate pentru nevoile specifice ale fiecărei ferme. Aceste abordări au demonstrat că tehnologiile BD și IoT pot fi adaptate cu succes la diversele tipuri de ferme și condiții agroclimatice, contribuind la îmbunătățirea performanței și sustenabilității acestora.

Pe lângă beneficiile operaționale, adoptarea tehnologiilor BD și IoT a avut și un impact pozitiv asupra aspectelor sociale și de mediu ale agriculturii. Fermierii au raportat o îmbunătățire a calității vieții datorită reducerii muncii manuale și a creșterii eficienței, iar practicile agricole durabile promovate de aceste tehnologii au contribuit la conservarea resurselor naturale și la reducerea impactului asupra mediului.

Aceste tehnologii au facilitat, de asemenea, îmbunătățirea trasabilității și a transparenței în lanțul de aprovizionare agroalimentar. Prin utilizarea senzorilor IoT și a analizelor Big Data, fermierii și producătorii au putut urmări mai precis și mai detaliat parcursul produselor lor de la fermă la consumatorul final. Aceasta a permis nu doar îmbunătățirea calității și siguranței alimentelor, dar și consolidarea încrederii consumatorilor în produsele agroalimentare.

Cercetarea a demonstrat, de asemenea, că utilizarea tehnologiilor avansate a dus la o mai bună adaptare la schimbările climatice. Fermierii au folosit datele colectate pentru a prezice mai precis evenimentele climatice extreme și pentru a-și ajusta practicile agricole în consecință. Acest lucru a



redus riscurile asociate cu fenomenele meteorologice nefavorabile și a contribuit la stabilitatea producției agricole pe termen lung.

În plus, fermierii au beneficiat de suport tehnic și formare continuă, asigurându-se că sunt capabili să utilizeze și să întrețină echipamentele avansate pe termen lung. Parteneriatele cu instituțiile academice și centrele de cercetare au facilitat dezvoltarea de programe educaționale și de formare adaptate nevoilor specifice ale fiecărei ferme, contribuind la creșterea competențelor și cunoștințelor fermierilor în utilizarea tehnologiilor BD și IoT.

Rezultatele au arătat, de asemenea, că integrarea tehnologiilor avansate a dus la crearea unor noi oportunități economice în mediul rural. Dezvoltarea de noi afaceri și servicii în jurul tehnologiilor BD și IoT a stimulat economia locală și a creat locuri de muncă, contribuind la revitalizarea comunităților rurale și la reducerea migrației către zonele urbane.

Cercetarea a subliniat și importanța unui cadru legal și de reglementare adecvat pentru susținerea adoptării tehnologiilor BD și IoT. Politicile clare și reglementările favorabile au facilitat implementarea noilor tehnologii, asigurând protecția datelor și promovând inovația în sectorul agroalimentar.

### **Concluzii și recomandări**

Tehnologiile Big Data și IoT au potențialul de a revoluționa sectorul agroalimentar. Rezultatele cercetării au demonstrat că adoptarea acestor tehnologii poate duce la creșteri semnificative ale productivității și competitivității IMM-urilor. Cu toate acestea, pentru a maximiza beneficiile și a depăși provocările asociate, este esențial să se investească în formarea profesională a fermierilor și să se dezvolte infrastructura necesară pentru a sprijini adoptarea acestor tehnologii.

Investiția în formarea profesională a fermierilor este crucială, deoarece multe dintre barierele întâmpinate în adoptarea tehnologiilor avansate sunt legate de lipsa de competențe digitale. Fermierii trebuie să fie instruiți pentru a utiliza eficient noile tehnologii, să interpreteze datele colectate și să ia decizii informate bazate pe aceste date. Formarea continuă și actualizarea competențelor sunt necesare pentru a menține fermierii la curent cu cele mai noi tehnologii și practici agricole.

Dezvoltarea unei infrastructuri adecvate este, de asemenea, esențială. Aceasta include asigurarea accesului la echipamente moderne, rețele de comunicații robuste și soluții de stocare și analiză a datelor. Infrastructura de comunicații, în special în zonele rurale, trebuie îmbunătățită pentru a permite utilizarea eficientă a senzorilor IoT și a altor dispozitive conectate. Investițiile în infrastructură vor facilita colectarea, transmiterea și analiza datelor,

contribuind astfel la optimizarea proceselor agricole și la îmbunătățirea randamentului.

Recomandările cercetării includ și crearea de politici de susținere și inițiative de finanțare pentru a sprijini adoptarea tehnologiilor BD și IoT. Programele guvernamentale și inițiativele de finanțare pot juca un rol crucial în asigurarea că fermierii au acces la resursele necesare pentru a face investițiile necesare în echipamente și formare. De asemenea, este important să se promoveze colaborarea între diferiții actori din lanțul valoric agroalimentar pentru a facilita transferul de cunoștințe și resurse.

În concluzie, adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT poate aduce beneficii semnificative pentru sectorul agroalimentar, dar succesul acestui proces depinde de investițiile în formare și infrastructură. Este necesar un efort concertat din partea fermierilor, guvernelor și sectorului privat pentru a crea un mediu favorabil adoptării acestor tehnologii inovatoare și pentru a asigura sustenabilitatea și competitivitatea pe termen lung a IMM-urilor din acest sector.

Pentru a facilita adoptarea acestor tehnologii, guvernele ar trebui să dezvolte și să implementeze politici care să încurajeze utilizarea tehnologiilor BD și IoT. Aceste politici ar putea include subvenții pentru achiziționarea echipamentelor necesare, programe de formare subvenționate și stimulente fiscale pentru fermierii care adoptă aceste tehnologii. De asemenea, parteneriatele public-privat ar putea juca un rol important în dezvoltarea infrastructurii și în sprijinirea fermierilor în tranziția către agricultură digitală.

Colaborarea între fermieri și instituțiile de cercetare este esențială pentru a dezvolta soluții tehnologice adaptate nevoilor specifice ale agriculturii locale. Cercetătorii pot contribui cu expertiza lor în dezvoltarea de noi tehnologii și în adaptarea acestora la diferitele condiții agroclimatice și tipuri de sol. Aceste colaborări pot duce la inovări care să îmbunătățească eficiența și sustenabilitatea agriculturii.

Un alt aspect important este educarea și informarea fermierilor cu privire la beneficiile și utilizările practice ale tehnologiilor BD și IoT. Campaniile de sensibilizare și programele de demonstrații practice pot ajuta fermierii să înțeleagă mai bine cum aceste tehnologii pot îmbunătăți procesele agricole și cum pot fi integrate în activitățile lor zilnice.

Pentru a asigura succesul pe termen lung al acestor inițiative, este esențial să existe o monitorizare și evaluare continuă a implementării tehnologiilor BD și IoT. Aceasta ar include colectarea de feedback de la fermieri, analiza impactului asupra productivității și sustenabilității și ajustarea strategiilor și politicilor în funcție de rezultate. O abordare flexibilă și adaptativă va permite fermierilor să beneficieze pe deplin de avantajele tehnologiilor avansate și să răspundă eficient la provocările emergente.

Pe termen lung, adoptarea pe scară largă a tehnologiilor BD și IoT poate transforma fundamental sectorul agroalimentar, făcându-l mai eficient, mai sustenabil și mai competitiv. Aceasta va necesita un angajament continuu din partea tuturor actorilor implicați, inclusiv fermierii, guvernele, sectorul privat și instituțiile de cercetare. Prin colaborare și inovație, sectorul agroalimentar poate răspunde provocărilor viitoare și poate contribui la asigurarea securității alimentare la nivel global.

Integrarea tehnologiilor BD și IoT în agricultură poate, de asemenea, să stimuleze dezvoltarea economiei rurale. Crearea de noi locuri de muncă în domeniul tehnologic și agricol, precum și dezvoltarea de afaceri și servicii conexe, poate contribui la revitalizarea comunităților rurale. Aceste tehnologii oferă oportunități pentru tineri și pentru întreprinderile mici să inoveze și să dezvolte soluții adaptate contextului local, contribuind astfel la creșterea economică și la reducerea migrației către zonele urbane.

Adoptarea tehnologiilor avansate poate, de asemenea, să contribuie la gestionarea mai eficientă a resurselor naturale și la reducerea impactului asupra mediului. Tehnologiile BD și IoT permit monitorizarea și gestionarea precisă a resurselor, reducând astfel utilizarea excesivă a apei, pesticidelor și îngrășămintelor. Acest lucru nu numai că îmbunătățește sustenabilitatea agriculturii, dar contribuie și la protejarea ecosistemelor și a biodiversității.

De asemenea, este important să se creeze rețele și platforme de colaborare între fermieri pentru a împărtăși cunoștințe și experiențe. Forumurile online, grupurile de discuții și platformele de partajare a datelor pot facilita schimbul de informații și pot ajuta fermierii să învețe unii de la alții. Aceste rețele pot, de asemenea, să faciliteze accesul la resurse și să sprijine inovația și adoptarea de noi tehnologii în comunitățile agricole.

Pe lângă suportul guvernamental, este esențial ca sectorul privat să joace un rol activ în promovarea și sprijinirea adoptării tehnologiilor BD și IoT. Companiile de tehnologie pot dezvolta soluții personalizate pentru nevoile agriculturii și pot oferi suport tehnic și formare pentru fermieri. Parteneriatele între companii tehnologice și fermieri pot accelera procesul de adoptare și pot asigura implementarea eficientă a noilor tehnologii.

În concluzie, adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT reprezintă o oportunitate majoră pentru sectorul agroalimentar. Pentru a realiza acest potențial, este necesar un efort coordonat din partea guvernelor, sectorului privat și fermierilor pentru a dezvolta și implementa politici, infrastructură și programe de formare adecvate. Numai prin colaborare și inovare continuă poate sectorul agroalimentar să devină mai eficient, sustenabil și competitiv în fața provocărilor viitoare.

### **Contribuții inovative**

Teza oferă o analiză detaliată a modului în care tehnologiile Big Data și IoT pot fi integrate în agricultură pentru a îmbunătăți eficiența și sustenabilitatea. Propunerile includ dezvoltarea de instrumente și metodologii specifice pentru IMM-uri pentru a le ajuta să adopte și să integreze noile tehnologii. Aceste contribuții inovatoare sunt fundamentate pe o metodologie riguroasă și susținute de date empirice substanțiale colectate printr-o muncă de teren extinsă, inclusiv interviuri, grupuri de discuții și studii de caz pilot.

Una dintre principalele contribuții ale acestei teze este crearea și utilizarea unor instrumente de cercetare extinse, special concepute pentru a colecta informații detaliate despre dificultățile și avantajele întâmpinate de IMM-uri în adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT. Aceste instrumente includ:

- Chestionare concepute special pentru a evalua implementarea și utilizarea tehnologiilor Big Data și IoT în rândul IMM-urilor.
- Analiza SWOT pentru a evalua punctele tari, punctele slabe, oportunitățile și amenințările asociate adoptării tehnologiei în sectorul agroalimentar.
- Analiza SBOC pentru a identifica obiectivele strategice de afaceri și provocările.
- Analiza de validare pentru a evalua eficacitatea și adecvarea soluțiilor propuse în situații reale.

Teza contribuie, de asemenea, la dezvoltarea unui cadru strategic personalizat pentru a integra eficient tehnologiile Big Data și IoT în IMM-urile din industria agricolă și alimentară. Acest cadru este special conceput pentru a depăși obstacolele identificate în timpul cercetării, cum ar fi constrângerile tehnice, lipsa de expertiză, limitările financiare și disponibilitatea redusă a finanțării. Cadru strategic oferă direcții clare și metode optime pentru IMM-uri pentru a adopta și integra aceste tehnologii, rezultând într-o îmbunătățire substanțială a eficienței operaționale și competitivității lor.

Un alt aspect inovator al acestei teze este crearea unui șablon de plan de afaceri cuprinzător și a unei metodologii de evaluare pentru IMM-urile agroalimentare. Șablonul de plan de afaceri oferă instrucțiuni detaliate pentru efectuarea unei analize de mediu și de tendințe, implementarea tehnologiei, gestionarea schimbării și evaluarea performanței. Abordarea sistematică ajută IMM-urile să planifice și să implementeze eficient strategiile lor de adoptare a tehnologiei. Aceasta asigură îmbunătățirea continuă și alinierea cu cele mai eficiente metode utilizate în industrie.

În concluzie, această teză aduce numeroase contribuții inovatoare, inclusiv crearea de noi instrumente de cercetare, integrarea cadrelor analitice, colectarea extensivă de date empirice și dezvoltarea unui cadru strategic și a

unui șablon de plan de afaceri special conceput pentru IMM-urile agroalimentare. Aceste contribuții oferă perspective valoroase și strategii eficiente pentru îmbunătățirea competitivității și viabilității pe termen lung a întreprinderilor mici și mijlocii din industria agricolă și alimentară prin implementarea tehnologiilor Big Data și IoT. Metodologia și concluziile acestei cercetări sunt distinctive și reprezintă un progres semnificativ în domeniu, oferind un model solid pentru studii viitoare și aplicații practice în industrie.

Pe lângă acestea, teza a identificat oportunități noi de cercetare și aplicare a tehnologiilor BD și IoT în domeniul agriculturii. Acestea includ dezvoltarea unor modele predictive pentru managementul culturilor, utilizarea dronelor echipate cu senzori pentru monitorizarea stării solului și a plantelor și implementarea unor sisteme de irigare inteligente bazate pe date în timp real. Aceste inovații contribuie la optimizarea resurselor și la reducerea costurilor, sporind astfel eficiența operațională a fermelor.

Un alt element inovator este integrarea feedback-ului de la fermieri și alte părți interesate în dezvoltarea și rafinarea soluțiilor propuse. Acest proces participativ asigură faptul că tehnologiile dezvoltate sunt nu doar eficiente din punct de vedere tehnic, dar și adecvate nevoilor și contextului specific al utilizatorilor finali. Colaborarea strânsă cu fermierii a permis ajustarea și personalizarea soluțiilor, rezultând într-o acceptare mai largă și o implementare mai rapidă a noilor tehnologii.

Teza propune, de asemenea, utilizarea unor platforme de date deschise pentru a facilita accesul la informații și pentru a promova colaborarea între fermieri, cercetători și dezvoltatori de tehnologii. Aceste platforme permit partajarea datelor colectate de la diverse surse și utilizarea acestora pentru dezvoltarea unor soluții inovatoare care să răspundă provocărilor comune din agricultură. Aceasta contribuie la crearea unui ecosistem de inovație deschis și colaborativ, în care cunoștințele și resursele sunt partajate pentru beneficiul tuturor părților implicate.

În plus, teza subliniază importanța dezvoltării unor politici publice care să susțină adoptarea tehnologiilor BD și IoT în agricultură. Aceste politici ar trebui să includă stimulente financiare, subvenții pentru achiziționarea de echipamente și programe de formare pentru fermieri. Prin crearea unui mediu favorabil inovației, guvernele pot accelera adoptarea tehnologiilor avansate și pot contribui la creșterea sustenabilității și competitivității sectorului agroalimentar.

În concluzie, teza oferă un cadru comprehensiv și inovator pentru integrarea tehnologiilor Big Data și IoT în agricultură, punând accent pe dezvoltarea unor soluții personalizate și colaborative care să răspundă nevoilor specifice ale IMM-urilor. Aceste contribuții reprezintă un pas important către transformarea digitală a agriculturii și către crearea unui sector agroalimentar mai eficient, sustenabil și competitiv.

În plus, teza subliniază importanța colaborării interdisciplinare pentru a valorifica pe deplin potențialul tehnologiilor Big Data și IoT. Prin implicarea specialiștilor din diverse domenii – agronomie, inginerie, tehnologia informației și economie – se pot dezvolta soluții inovatoare care să abordeze complexitatea provocărilor din agricultură. Această abordare interdisciplinară asigură că soluțiile sunt integrate și eficiente, având un impact pozitiv asupra întregului ecosistem agricol.

Un alt aspect important al contribuțiilor inovatoare ale tezei este accentul pus pe sustenabilitate. Prin utilizarea tehnologiilor Big Data și IoT, fermierii pot optimiza utilizarea resurselor naturale, reducând astfel impactul asupra mediului. De exemplu, sistemele de irigare inteligente pot ajusta automat cantitatea de apă aplicată pe baza condițiilor meteorologice și a umidității solului, economisind apă și prevenind degradarea solului. Aceasta nu doar că îmbunătățește sustenabilitatea fermelor, dar contribuie și la protejarea mediului înconjurător.

Teza propune, de asemenea, dezvoltarea unor rețele de cooperare între fermieri pentru a facilita schimbul de informații și experiențe privind adoptarea tehnologiilor Big Data și IoT. Aceste rețele pot include platforme online, forumuri de discuții și grupuri de lucru, unde fermierii pot împărtăși cele mai bune practici și pot colabora pentru a rezolva probleme comune. Prin crearea unui mediu colaborativ, fermierii pot învăța unii de la alții și pot adopta mai rapid noile tehnologii.