

Títol: *Desenvolupament d'un agent autònom competitiu per a la TAC-SCM*

Autor: *Ramon Costa Falgàs*

Data: *22 de Juny del 2012*

Directora: *Beatriz López Ibañez*

Institució de la directora : Universitat de Girona (UdG)

Ponent: *Lluís Vila Grabulosa*

Departament del ponent: Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI)

Titulació: Enginyeria en Informàtica (EI)

Centre: Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB)

Universitat: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

BarcelonaTech

Índex

1	Introducció	5
1.1	Motivació	5
1.2	Descripció	7
1.3	Objectius i Abast	7
1.4	Estructura de la memòria	9
2	Antecedents	10
2.1	Trading Agent Competition (TAC)	10
2.1.1	TAC-Classic	10
2.1.2	TAC Supply Chain Management (TAC-SCM)	12
2.1.3	TAC Market Design (TAC-CAT)	15
2.1.4	TAC-SCM Challenges	16
2.1.5	TAC Ad Auction (TAC/AA)	17
2.1.6	Power TAC	18
2.2	TAC-SCM: Eines	19
2.2.1	MinneTAC SCM Server	19
2.2.2	CMieux logtool	21
2.2.3	MinneTAC logtool	24
2.2.4	IBM SPSS	25
3	Desenvolupament d'un agent per la TAC-SCM	30
3.1	Introducció	30
3.2	El Servidor i els Agents Dummy	31
3.3	Anàlisi de la competició	31
3.3.1	Gestió dels Clients	31

3.3.2	Gestió dels Proveïdors	35
3.3.3	Gestió de la Cadena de Producció	37
3.4	Justificació estadística	38
3.5	Resultats Experimentals i Conclusions	39
3.5.1	Resultats Experimentals	40
3.5.2	Conclusions	48
3.6	Competint amb finalistes de la TAC-SCM	49
4	Multi-Agent Systems	54
4.1	Antecedents	54
4.1.1	FIPA	54
4.1.2	JADE	54
4.1.3	Multi-Agents de la TAC-SCM	55
4.1.4	Conclusió	59
5	Anàlisi del Cost Econòmic	60
5.1	Planificació Temporal	60
5.1.1	Perfils	61
5.2	Cost Econòmic	62
6	Conclusions	64
	Bibliografia	65

Índex de figures

1.1	Esquema de les tasques a realitzar per un agent a la TAC-SCM.	8
2.1	Esquema del TAC-Classic.	11
2.2	Bill-Of-Materials, les 16 combinacions possibles de PCs de la TAC-SCM.	12
2.3	Catàleg de components, els 10 components disponibles, de 4 tipus diferents.	13
2.4	Il·lustració de les activitats d'un dia TAC-SCM.	14
2.5	Esquema del TAC/AA.	18
2.6	Esquema del Power TAC.	19
2.7	Captura de pantalla de l'eina de visualització en directe d'una partida TAC-SCM.	20
2.8	Resultat d'una simulació TAC-SCM.	21
2.9	Comportament del compte bancari d'un agent, donades unes condicions de mercat determinades o unes condicions aleatòries.	22
2.10	Pantalla principal de la logtool presentada per la Carnegie Mellon University.	23
2.11	Exemple de les evolucions de la reputació d'un agent envers els proveïdors.	23
2.12	Gràfic de l'evolució dels preus de venda d'un component.	24
2.13	Gràfic de l'evolució dels preus guanyadors per la venda d'un PC.	25
2.14	Gràfic de l'evolució dels preus perdedors per la venda d'un PC.	26
2.15	Gràfics sobre la quota de mercat abastada al final d'una partida TAC-SCM.	27
2.16	Pantalla principal de la MinneTAC logtool.	28
2.17	Evolució d'un agent utilitzant la MinneTAC logtool.	29
3.1	Taula dels paràmetres usats en una partida TAC-SCM	33
3.2	Bill of Materials	34
3.3	Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed01.	40

3.4	Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed02.	41
3.5	Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed03.	41
3.6	Distribució dels valors de la variable Revenue, classificat per Seed.	44
3.7	Representació dels valors absoluts de la variable Revenue, classificat per Seed.	45
3.8	Distribució dels valors de la variable Orders, classificat per Seed.	46
3.9	Taula ANOVA de la variable Revenue	47
3.10	Distribució dels valors de la variable Material, classificat per Seed.	48
3.11	Taula ANOVA de la variable Material.	49
3.12	Taula Post Hoc de la variable Material.	49
3.13	Distribució dels valors de la variable Utilitzation, classificat per Seed.	50
3.14	Distribució dels valors de la variable Result, classificat per Seed.	51
3.15	Comparativa entre mitjanes de l'udgTAC3 i l'udgTAC4.	52
3.16	Gràfic dels comptes bancaris d'una partida típica Mertacor, TacTex, Udg-TAC4.	52
3.17	Quota de mercat d'una partida típica Mertacor, TacTex, UdgTAC4.	53
4.1	Arquitectura del TacTex.	57
4.2	Arquitectura del MinneTAC.	58
5.1	Distribució del temps.	63

Capítol 1

Introducció

1.1 Motivació

Una de les àrees més interessants pels agents autònoms és en el comerç electrònic. Les decisions a prendre són força directes (compra o ven, estableix un preu, realitza una oferta en una subasta, etc.), i les comunicacions entre agents, i dels agents amb el seu entorn, poden ser representades amb relativa facilitat.

Les competicions organitzades representen una manera que pot ser efectiva per afavorir el desenvolupament i la comprensió en dominis complexos. Ja que no sabem amb exactitud com crear un agent econòmic autònom que operi de manera exitosa, en un entorn econòmic real i obert, creem entorns més limitats i realitzem competicions en aquests entorns. Exemples d'aquest tipus d'entorn els podem trobar en el Penn-Lehman Automated Trading Project [3] i el TAC Travel [4]. Un altre exemple és la Supply-Chain Management Trading Agent Competition [5] (TAC-SCM), que ofereix un espai per tal que els agents gestionin compres, vendes, inventari i una cadena de producció.

Aquest projecte està emmarcat dins el grup eXiT d'Intel·ligència Artificial del Departament d'Electrònica i Automàtica (EIA) de la Universitat de Girona (UdG). Pertany a l'àmbit de la Intel·ligència Artificial i, concretament, a l'apartat dels sistemes multi-agent. En el nostre cas, tractarem el desenvolupament d'un sistema multi-agent intel·ligent en un entorn determinat, el de la gestió d'una cadena de producció, dins el marc de la TAC-SCM.

El projecte neix de la voluntat de continuar amb la investigació, que havia realitzat aquest mateix estudiant, pel seu projecte de l'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes (ETIS) a la UdG¹.

El treball realitzat en el projecte original inclou:

- Assimilació de la normativa actual de la competició TAC-SCM.

¹Es pot consultar el projecte original a [52]

- Iniciació en les llibreries de la competició TAC-SCM.
- Estudi de les estratègies dels principals agents guanyadors de la competició d'anteriors edicions.
- Programació d'un agent capaç de participar en la TAC-SCM.
- Familiarització amb les eines disponibles a la xarxa per a la programació i d'un agent de la competició TAC-SCM.
- Identificació d'àrees on sigui aplicable la Teoria de Jocs, i programació de les millores aplicables.
- Aprofundiment en l'Heurística, com a resultat de l'estudi de les tècniques dels diversos participants anteriors de la TAC-SCM.

Arran de l'ampliació en coneixement sobre la Intel·ligència Artificial (IA) realitzat a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), l'estudiant va proposar la revisió i continuació del projecte original.

L'acceptació del projecte per part de les dues parts implicades - UdG i UPC- es concreta en els següents objectius:

- Analitzar en profunditat els problemes que presenta la competició TAC-SCM. Utilitzar l'agent udgTAC3 per il·lustrar els resultats que es poden obtenir utilitzant estratègies simplistes, i fer evident la necessitat de sofisticar l'estratègia emprada i l'ús d'agents 'més intel·ligents'.
- Programar un agent que sigui capaç d'obtenir millors resultats que l'udgTAC3 en la TAC-SCM. Incorporar noves estratègies serà la primera opció per contribuir en aquesta millora.
- Dissenyar un sistema per poder avaluar dos agents diferents. Sabem que existeixen algunes eines que ens poden facilitar aquesta tasca; aprendre a utilitzar-les forma part de la feina a realitzar. Haurem de ser capaços d'extreure uns resultats de com es comporten els agents que programem, i haurem d'aprendre a processar i analitzar aquests resultats.
- Dissenyar un sistema multi-agent capaç de participar en la TAC-SCM. Degut a l'alt nivell dels competidors - hi ha equips sencers dedicats a desenvolupar estratègies guanyadores des de la primera edició de la TAC-SCM al 2003 -, sabem que necessitarem de més investigadors si volem arribar a tenir un nivell similar. Aquest projecte hauria de servir de pas intermig per a facilitar la incorporació de més investigadors en el desenvolupament d'un agent guanyador.

1.2 Descripció

En tot procés industrial, hi trobem la manipulació de matèries primeres per a la fabricació de productes manufacturats. Automatitzar aquest procés i fer-lo el més eficient possible és un repte interessant, ja que qualsevol potencial millora pot tenir un impacte molt elevat.

Amb l'objectiu de proporcionar un marc experimental on provar diferents tecnologies de suport a la gestió de les cadenes de producció, la comunitat d'investigadors va proposar una competició internacional: la Trading Agent Competition (TAC). En aquesta competició existeixen diferents modalitats. En particular, la Swedish Institution of Computer Science (SICS), juntament amb la Carnegie Mellon University de Pittsburgh, Minnesota, van proposar al 2003 un escenari de muntatge de PCs basat en el proveïment de recursos, l'embalatge de PCs i les ventes a clients. Aquesta modalitat és coneguda com a TAC-SCM.

En una partida de TAC-SCM, sis agents competeixen per satisfer les demandes de PCs dels clients, procurant obtenir, d'uns proveïdors, les matèries necessàries per a la fabricació d'aquests, i entregar-los al client corresponent. El guanyador és l'agent que al cap d'un any TAC-SCM té el major nombre de diners al banc.

La gestió de quines ofertes realitzar als clients, a quin proveïdor demanar matèries primeres i com organitzar la cadena de producció i el magatzem propis són les tasques principals que ha de resoldre l'agent que desenvolupin els participants. Podem veure'n un esquema a la figura 1.1.

1.3 Objectius i Abast

Tal i com hem comentat anteriorment, la nostra motivació és seguir avançant en el desenvolupament d'un agent competitiu per la TAC-SCM. Som conscients que hi ha moltes àrees de millora, i centrarem els esforços d'aquest projecte en ser el més útils possible a assegurar una continuïtat d'aquest treball. El fet que hi hagi equips sencers d'investigadors, que des del 2003, quan va començar la TAC-SCM, hi participen, fa que siguem pessimistes al respecte d'aconseguir, al final del projecte, competir amb ells.

Així doncs, trobem que dissenyar un sistema que faciliti l'avaluació de dos agents diferents és una eina molt útil per qui vulgui aprofundir en el desenvolupament d'un agent per aquesta competició. Farem ús d'eines de visualització *post-mortem*, introduïdes al projecte original, per a avaluar i estudiar el comportament dels agents programats. Utilitzant-les, serem capaços d'extreure informació sobre les variables que considerem convenientes, i així fer un seguiment de com avancen les millores proposades en cada cas. La TAC-SCM valora el benefici total al final d'una simulació per determinar el vencedor. Portar un seguiment dels preus dels components, la demanda no satisfeta, i les diferents condicions de mercat que podem trobar-nos [19], ens ajudarà a valorar si estem fent progressos i quins progressos estem fent en desenvolupar el nostre agent.

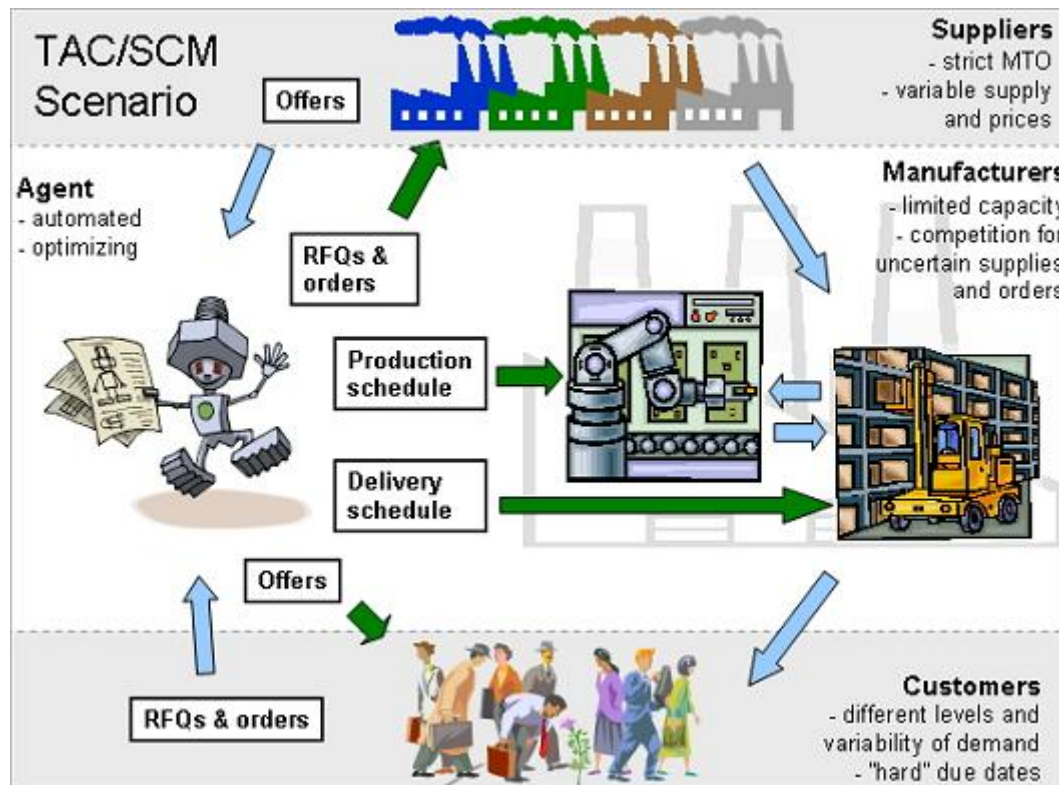


Figura 1.1: Esquema de les tasques a realitzar per un agent a la TAC-SCM.

Per il·lustrar la potència de la metodologia d'avaluació, farem modificacions a l'agent base que teníem, l'udgTAC3 [52], i en mostrarem els resultats obtinguts, juntament amb una anàlisi exhaustiva dels resultats, comparant els agents entre sí i trobant-ne les similituds i diferències. Això ens ajudarà a saber si estem avançant en la direcció esperada en programar nous mòduls, i tenir una metodologia per a poder fer-ho. Aquesta tasca serà quelcom de molta utilitat per als nous investigadors que vulguin incorporar-se al projecte.

Per portar-ho més enllà, trobem que és interessant pensar en quina estructura hauria de seguir un agent en el qual participés més d'un programador. Explorar el camp dels Multi-Agent Systems (MAS), tant en el seu format generalista, com en el de la TAC-SCM en particular, pot ajudar-nos a trobar idees sobre com podem fer-ho per treballar en paral·lel. Aquest és un estudi dens, sobretot parlant de la TAC-SCM, ja que implica consultar la literatura disponible de tots els agents participants en la competició. Solen posar a disposició dels altres investigadors alguna informació, normalment en forma d'article, sobre l'estructura dels agents que han programat, però en cap cas trobem que hi hagi el codi d'un MAS complet a la xarxa.

1.4 Estructura de la memòria

Aquest primer capítol procura introduir al lector en les característiques principals del projecte, explicant les bases de la TAC-SCM i del treball prèvi, a més d'exposar els objectius d'aquest nou projecte i traçar el full de ruta a seguir.

En el segon capítol parlarem de les diferents modalitats de la TAC, dels orígens de la competició i ampliarem l'informació sobre la TAC-SCM. També presentarem les eines que utilitzarem, tant les que la comunitat ha posat a lliure disposició pel desenvolupament d'un agent dins el marc de la competició, com aquelles altres que considerem utilitzar en aquest projecte.

El tercer capítol serà on explicarem en detall les particularitats de la TAC-SCM, utilitzant l'agent *udgTAC3*, i la seva modificació, per a explicar com hem resolt els reptes que ens proposa la competició. Descriurem les estratègies implementades i els resultats que presenta en competició. En presentar els resultats en aquest tercer capítol, explicarem la justificació estadística al darrera de les conclusions que traurem d'aquests resultats.

Al quart capítol explicarem l'estudi que hem realitzat al respecte dels Multi-Agent Systems, tant en la seva versió generalista com en la TAC-SCM; explicarem quina és la millor proposta per a continuar aquest projecte.

Conclourem amb el cinquè i el sisé capítol, on farem una anàlisi econòmica del cost del projecte, i exposarem les conclusions generals d'aquest projecte.

Capítol 2

Antecedents

2.1 Trading Agent Competition (TAC)

La Trading Agent Competition (TAC) és una competició internacional dissenyada per a promoure la recerca sobre els agents relacionats amb el comerç. El prof. Michael P. Wellman de la University of Michigan liderava l'equip que va organitzar els primers anys de competició, basant-se en el conegut problema *Traveling Salesman Problem*, o problema del venedor de viatges.

En l'edició del 2002, la Swedish Institution of Computer Science (SICS) va col·laborar amb la comunitat existent de la TAC per organitzar la primera competició.

Com veurem a continuació, del TAC-Classic original es va evolucionar al TAC-SCM. Aquest és el problema que tractarem en aquest treball, que va introduir nous reptes a la comunitat investigadora i ha evolucionat a noves línies de treball, com la TAC-CAT o les més recents TAC/AA i Power TAC.

2.1.1 TAC-Classic

Oficialment, la comunitat d'investigadors, juntament amb la SICS, va iniciar la Trading Agent Competition (TAC) l'any 2002 amb la actualment anomenada TAC-Classic o TAC-Travel [4]. La idea era trobar un marc competitiu que promogués la recerca del problema matemàtic del venedor de viatges on, donada una sèrie de ciutats i el cost de viatjar entre elles, trobar la manera més econòmica de visitar-les totes i tornar al punt de sortida. Malgrat la senzillesa de l'enunciat, en realitat es tracta d'un conegut problema que, de trobar-ne una solució, també donaria resposta al problema P-NP, a més d'aconseguir una prima d'un milió de dòlars del Clay Mathematics Institute.¹

¹per a més informació, <http://www.tsp.gatech.edu>

Deixant de banda els orígens, la TAC-Classic és una competició on cada agent representa una agència de viatges, amb l'objectiu de preparar viatges organitzats. Cada agent treballa per 8 clients propis, que expressen les seves preferències per diversos aspectes del viatge. L'objectiu és intentar maximitzar la satisfacció dels clients aconseguint el vol, la reserva d'hotel i les entrades als esdeveniments d'entreteniment que ells desitgin. Podem veure un esquema del joc a la imatge 2.1.

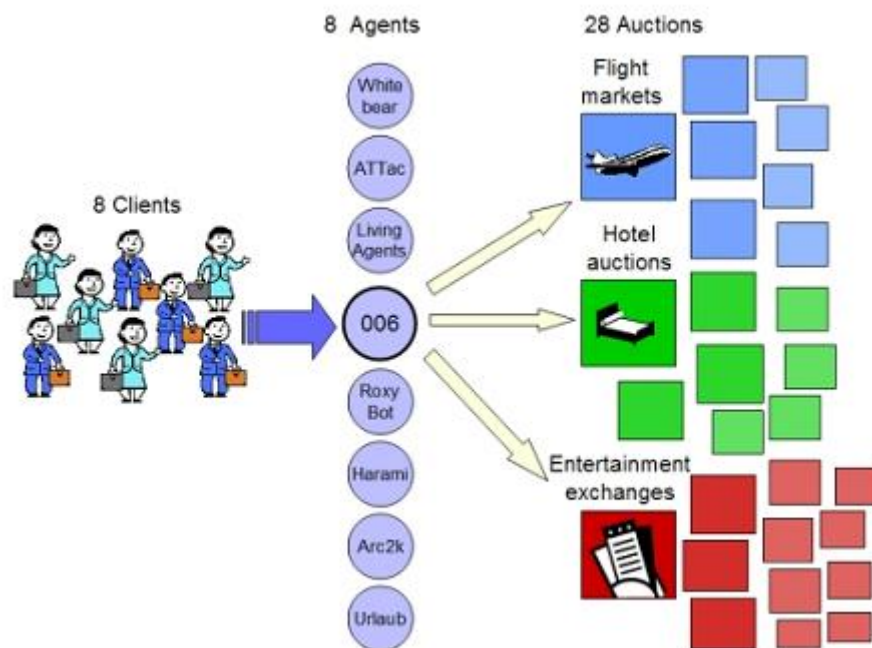


Figura 2.1: Esquema del TAC-Classic.

Haurem de competir amb 7 agents més per aconseguir els millors preus pel viatge en avió, per les millors habitacions d'hotel en els dos hotels disponibles, i per les entrades als tres esdeveniments d'entreteniment disponibles. Es podran vendre i comprar les entrades dels entreteniments disponibles als altres agents que competeixin amb nosaltres, mentre que pel viatge en avió i les reserves d'hotels haurem de negociar amb un agent incorporat al servidor del joc.

Al final de la simulació; com a agència de viatges, tindrem un seguit de reserves realitzades, i la nostra puntuació final dependrà del nostre encert en gestionar la felicitat dels nostres clients. El servidor s'encarregarà de distribuir els béns adquirits entre els clients, i calcularà la nostra puntuació en funció d'això, restant del resultat final les penalitzacions per les entrades sobreres, en cas que n'haguéssim comprat per negociar i no les haguéssim pogut tornar a revendre.

La TAC-Classic Competition no ha variat les seves regles des del 2004, i per l'interès creixent en el TAC-SCM i les altres competicions proposades per la comunitat TAC - de les quals parlarem més endavant en aquest mateix capítol - la TAC-Classic o TAC-Travel

competition va deixar de formar part de les competicions oficials de les fases finals a partir del 2006.

2.1.2 TAC Supply Chain Management (TAC-SCM)

La competició que ens ocupa, la TAC-SCM, va començar la seva participació en les fases finals TAC en la seva edició del 2003, desvetllant un important interès per la complexitat dels problemes que presentava.

Cada partida TAC-SCM és disputada per 6 agents, cadascun d'ells representant un fabricant d'ordinadors (PCs). Cada fabricant competeix amb els altres cinc per vendre els seus ordinadors als clients, mitjançant el proveïment eficient dels béns necessaris per fabricar aquests ordinadors d'uns proveïdors. Fins a 16 són les diferents configuracions possibles de PCs, com podem consultar a la Bill-Of-Materials (BOM) de la figura 2.2.

Table 5: Bill of Materials

SKU	Components	Cycles	Market segment
1	100, 200, 300, 400	4	Low range
2	100, 200, 300, 401	5	Low range
3	100, 200, 301, 400	5	Mid range
4	100, 200, 301, 401	6	Mid range
5	101, 200, 300, 400	5	Mid range
6	101, 200, 300, 401	6	High range
7	101, 200, 301, 400	6	High range
8	101, 200, 301, 401	7	High range
9	110, 210, 300, 400	4	Low range
10	110, 210, 300, 401	5	Low range
11	110, 210, 301, 400	5	Low range
12	110, 210, 301, 401	6	Mid range
13	111, 210, 300, 400	5	Mid range
14	111, 210, 300, 401	6	Mid range
15	111, 210, 301, 400	6	High range
16	111, 210, 301, 401	7	High range

Figura 2.2: Bill-Of-Materials, les 16 combinacions possibles de PCs de la TAC-SCM.

La BOM especifica el tipus de processador, la capacitat del disc dur, la quantitat de memòria, per a cada tipus d'ordinador disponible. Els agents reben "requests-for-quotes" (RFQs), que podríem definir com a peticions d'ordinadors, dels clients a cadascun dels 220 dies de simulació del joc, per un total de 55 min de temps real per a cada partida. Aquestes RFQs especifiquen el tipus de PC, la quantitat, la data d'entrega, el preu de reserva i la penalització. Per maximitzar el benefici total, cada agent ha d'escollir a quines RFQs respondre, basat en l'estratègia adoptada i les limitacions, com ara tenir cicles disponibles per a fabricar aquests ordinadors o tenir els components necessaris per a fer-ho. Els diferents tipus de components disponibles al joc els podem veure a la figura 2.3.

Table 6: Component Catalog

Component	Base price	Supplier	Description
100	1000	Pintel	Pintel CPU, 2.0 GHz
101	1500	Pintel	Pintel CPU, 5.0 GHz
110	1000	IMD	IMD CPU, 2.0 GHz
111	1500	IMD	IMD CPU, 5.0 GHz
200	250	Basus, Macrostar	Pintel motherboard
210	250	Basus, Macrostar	IMD motherboard
300	100	MEC, Queenmax	Memory, 1 GB
301	200	MEC, Queenmax	Memory, 2 GB
400	300	Watergate, Mintor	Hard disk, 300 GB
401	400	Watergate, Mintor	Hard disk, 500 GB

Figura 2.3: Catàleg de components, els 10 components disponibles, de 4 tipus diferents.

Així, enviem una RFQ de resposta als clients que desitgem, quelcom que també fan els nostres 5 competidors. Qui presenti l'oferta més baixa en el preu dels ordinadors, serà el guanyador de la mateixa, i el que rebrà una RFQ que encarregui aquests PCs. Els agents no poden veure els preus d'oferta de la resta, però sí que reben un resum cada 20 dies, que especifica el preu màxim i mínim que han acceptat els clients per cada PC dins el període de 20 dies anteriors.

Llavors, els agents envien RFQs als proveïdors per a sol·licitar els béns necessaris per a la manufactura d'aquests encàrrecs, que hauran de ser fabricats a temps per a la seva entrega abans de la data establerta.

Així doncs, a la figura 2.4 veiem un exemple del què passa a un dia TAC-SCM. L'agent negocia amb els clients, els proveïdors, a més de fabricar i entregar els PCs encarregats. La figura il·lustra les transaccions habituals de cada agent en aquest escenari.

Els agents reben tot el seu benefici de la venda de PCs, malgrat els lliuraments més enllà del dia estipulat resulten en penalitzacions, predeterminades a les RFQs rebudes anteriorment. A més, els agents han de pagar uns costos d'emmagatzematge per el seu stock actual, tan de PCs finalitzats com de components disponibles al magatzem, i han de pagar un interès en cas de tenir un balanç bancari negatiu. L'agent amb més diners al final de la competició és declarat guanyador.

Així doncs, la TAC-SCM presenta tres reptes principals per qui volgués desenvolupar un agent guanyador:

- Quines RFQs de clients respondre?
- Quines RFQs enviar als proveïdors i quines ofertes acceptar?
- Com organitzar la producció i manufactura de PCs?

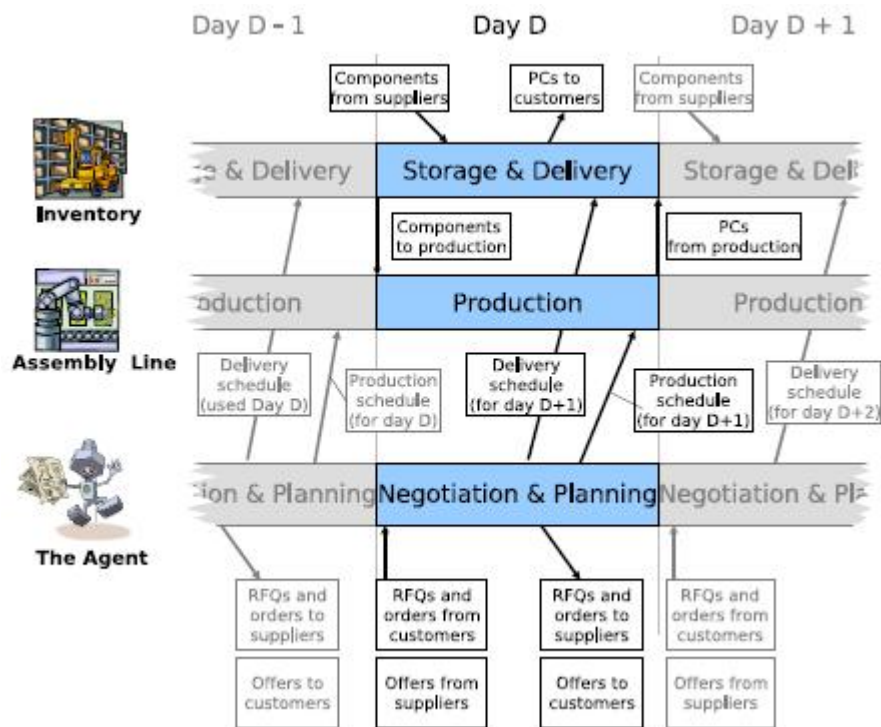


Figura 2.4: Il·lustració de les activitats d'un dia TAC-SCM.

Aquests problemes plantegen individualment una complexitat NP-Hard com podem veure demostrat a [9]. De la mateixa font sabem que el problema és més complicat degut a la incertesa en l'oferta i la demanda, a més de l'estratègia dels agents rivals.

Pel que fa a les estratègies, es poden treure algunes conclusions només d'estudiar la normativa, com per exemple que els agents que optessin per una estratègia agressiva potser eren capaços de guanyar més encàrrecs dels clients baixant els preus i compromentent la capacitat de producció. Però amb això, cauen en el risc de no poder satisfer les obligacions concertades i patir les conseqüències en altes penalitzacions. D'altra banda, agents menys agressius podrien perdre la possibilitat d'aconseguir encàrrecs i infrautilitzar la seva capacitat de producció, conseqüentment reduint els potencials beneficis.

Una situació semblant apareix en assegurar proveïdors. Una estratègia agressiva o a llarg termini requeriria de la compra d'una gran quantitat de productes a un determinat proveïdor, havent-los de mantenir a l'inventari pagant la corresponent quota de manteniment. D'altra banda, una estratègia conservadora o a curt termini consistiria en comprar béns únicament quan estem segurs que seran necessaris, caient en el risc de comprar-los a preus elevats o de no ser capaços de trobar-ne degut a l'alta reserva d'un agent més agressiu.

Per tant, deduïm que és necessari definir l'estratègia a seguir en funció de les estratègies dels adversaris. Per exemple, si detectéssim que hi ha molts agents conservadors en una partida TAC-SCM, una resposta efectiva seria una estratègia a llarg termini. Hauríem de

procurar comprar béns a preus baixos degut a la baixa competència i tindríem la possibilitat de monopolitzar els clients que requerissin d'aquells béns.

És a dir, s'acomplia l'objectiu que buscava la comunitat investigadora, oferint un joc on no hi hagués una estratègia dominant *per se*, i que per tant, plantegés la majoria dels problemes actuals en gestionar cadenes de producció. Així, a mesura que va avançant el joc i varien les condicions de mercat, un agent ha de ser capaç de revisar les seves estratègies, quelcom sens dubte interessant i que planteja un repte als participants i a la comunitat en general.

La TAC-SCM va tenir dos importants canvis estructurals en les seves edicions del 2004 i del 2005, dels quals parlarem més endavant, principalment degudes a les estratègies extremes desenvolupades pels participants de la competició, però des del 2005 els canvis han minvat de forma considerable i com a tal, s'han consolidat algunes estratègies i s'han generat nous reptes, sobretot a partir del 2007, amb l'aparició de la TAC-CAT i les TAC-SCM Challenges.

Degut a l'extensa història de la competició que ocupa l'agent que desenvoluparem, amb la gran quantitat i varietat d'estratègies proposades pels participants de totes les edicions, no podíem passar per alt un estudi exhaustiu d'aquests aspectes. Per això, arribats a aquest punt varem decidir que era necessari que aquest treball incorporés un capítol sencer dedicat exclusivament a aquest estudi, per tal d'extreure'n tota la informació possible i descartar o incorporar nous punts de vista al desenvolupament de l'agent.

2.1.3 TAC Market Design (TAC-CAT)

Tan la TAC-Classic com la TAC-SCM surten de la motivació de desenvolupar estratègies automatitzades per un agent negociador en uns entorns de mercat determinats. Les regles dels mercats són fixades pels organitzadors de cada competició, i els participants competeixen els uns contra els altres, utilitzant agents que busquen negociar dins aquestes regles fixades.

Per altra banda, la CAT Competition planteja la situació contrària: els agents competidors són creats pels organitzadors de la competició, i els participants competeixen definint les regles de mercat. Establir comissions per relacionar compradors amb venedors, de manera adequada per atraure'ls en detriment de la resta de participants, és l'objectiu de la TAC-CAT.

La motivació de la competició és encoratjar la recerca en el disseny i l'aplicació de mecanismes computacionals de mercat, particularment mecanismes robusts i capaços d'adaptar-se automàticament als canvis de l'ambient. L'objectiu dels participants, anomenats especialistes, són:

- Dissenyar les regles de mercat per atraure de manera efectiva venedors i compradors, donat un conjunt dinàmic de negociants.

- Competir contra els altres especialistes atraient negociants al mercat propi.
- Maximitzar els beneficis amb comissions apropiades.

El campió de la competició es decideix per una combinació de beneficis, quota de mercat i efectivitat de les transaccions.

La similitud a la realitat d'aquest escenari es trobaria en la competició dels mercats bursàtils, o com la borsa de Tokio competeix amb la de Nova York pel negoci de la compra-venda d'accions.

L'inici d'aquesta competició fou en l'edició del 2007 de la TAC, i ha sofert pocs canvis en les regles en les edicions següents².

2.1.4 TAC-SCM Challenges

Les celebracions anuals de la competició TAC-SCM van trobar-se, en l'edició del 2007, l'aparició de dos nous reptes per als agents dissenyats per a la TAC-SCM, el "Procurement Challenge", o repte d'aprovisionament, i el "Prediction Challenge", o repte de predicció.

Procurement Challenge

El que proposa el repte d'aprovisionament és reflectir la importància dels contractes de "procurement" a llarg termini, de quantitat variable, en les cadenes de producció actuals. Complementa la TAC-SCM afegint una nova opció en quant a les ofertes a enviar als proveïdors, permetent el negoci de contractes a llarg termini, a més dels habituals a un sol dia. D'aquesta manera, es representa millor el comportament dels proveïdors al món real.

Així doncs, al Procurement Challenge del TAC-SCM, hi ha disponibles aquests nous contractes a llarg termini, però de quantitat flexible, on s'especifica un mínim de components a comprar setmanalment per l'agent al proveïdor, amb la possibilitat d'incrementar aquestes quantitats en un cert percentatge, sense variació del preu.

Aquesta nova disponibilitat introdueix una nova dimensió a la competició, on ajustar-se a la demanda del moment és possible mantenint els preus dels components baixos, en cas d'haver negociat un bon contracte a llarg termini, o malgrat estar lligat a uns preus de components més elevats del que el mercat actual ofereix.

La primera aparició del repte d'aprovisionament en la TAC és de l'any 2007, i ha mantingut la seva participació en les següents edicions sempre que hi ha hagut suficients participants³.

²Per a més informació, consultar la pàgina oficial [13].

³Més informació es pot trobar a [14].

Prediction Challenge

El repte de predicció del TAC-SCM, serveix per avaluar les eines que utilitzen els agents de la competició en ser capaços de determinar, d'una banda, els preus tant de PCs com de components, sense oblidar els preus del dia actual i dels dies futurs.

Ara bé, en la Prediction Challenge, els agents faran prediccions sobre partides ja disputades de la TAC-SCM, utilitzant per a aquest propòsit la informació acumulada als logfiles.

Per tant, és necessària una re-programació de les estratègies en el nou àmbit, quelcom que ens pot portar força benefici per avaluar-les si fem l'esforç, ja que serem capaços de determinar amb exactitud l'error comès en les nostres prediccions, quelcom que ens pot ajudar a ajustar les estratègies emprades.

La primera aparició d'aquest repte de predicció va coincidir amb l'altre TAC-SCM Challenge en l'edició del 2007, i també ha mantingut la seva participació en les següents edicions sempre que hi ha hagut suficients participants⁴.

2.1.5 TAC Ad Auction (TAC/AA)

La publicitat d'internet genera bilions de dòlars anualment, i les cerques esponsoritzades s'han convertit en una forma popular de publicitat localitzada. Els anuncis es col·loquen en totes les eines que ofereix la xarxa: començant per qualsevol web, passant pels jocs on-line o en els programes que ofereixen música, per posar alguns exemples.

Centrant-nos en les pàgines web; la posició dins la web, a més del cost a l'anunciant per cada click realitzat, es determina per un procés de subhasta. Els anunciants que vulguin col·locar els seus anuncis han de decidir estratègicament quines paraules claus són les adequades, i quins preus per click oferir.

La TAC Ad Auction (TAC/AA) presenta un escenari realístic per a la simulació d'aquest escenari. Els anunciants representen a empreses minoristes, i fan ofertes per col·locar els seus anuncis abans que els usuaris cerquin certes paraules clau. Els participants han de dissenyar i implementar les estratègies per realitzar les ofertes dels anunciants, mentre que el comportament del motor de cerca i els usuaris són simulats pel servidor. El guanyador és aquell que al final de la competició obté el màxim benefici respecte els costos d'anunciar-se. Podem veure un esquema del joc a la figura 2.5.

La primera edició de la TAC Ad Auction es va disputar al 2009, i va resultar en alguns canvis per la competició del 2010. Per l'edició d'enguany, es manté aquesta normativa⁵.

⁴Més informació a [15].

⁵Per a més informació podem consultar-la a [16].

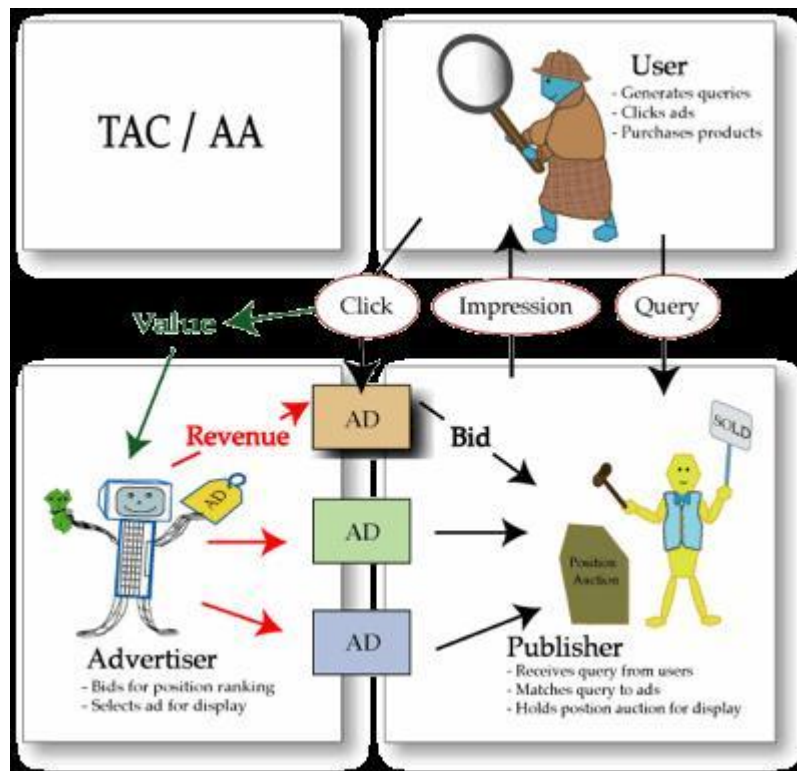


Figura 2.5: Esquema del TAC/AA.

2.1.6 Power TAC

L'energia sostenible es basa en l'eficiència, la netedat, el baix cost i les fonts d'energia renovable. Així doncs, també necessita de un sistema robust de fixació de preus, que motivi el consum d'energia sostenible, a més d'un millor ajust, a temps real, de la demanda i la oferta d'energia.

En la Power TAC, els agents actuen com a venedors en la distribució local d'energia en una regió, comprant energia del mercat a l'engròs a més de a fonts locals, com per exemple cases o empreses amb panells solars, i venent aquesta energia als clients locals i al mercat a l'engròs. Els agents han de solucionar aquest problema de cadena de producció, on el producte és infinitament perible, i on la oferta i la demanda han d'estar exactament igualades en tot moment. En podem veure un esquema a la figura 2.6.

Aquesta competició és novedosa en l'edició 2011 de la TAC, i se'n va fer només una petita prova pilot amb uns quants equips convidats. D'aquesta manera, la primera competició oficial de la Power TAC serà disputada en l'edició del 2012⁶.

⁶Per a més informació podem consultar-la a [17].

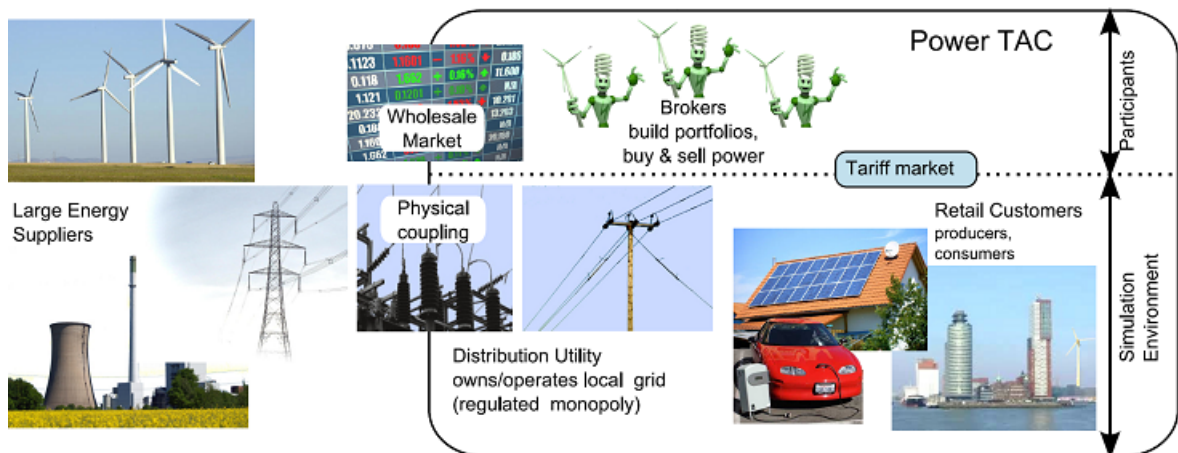


Figura 2.6: Esquema del Power TAC.

2.2 TAC-SCM: Eines

Aquest apartat serveix d'introducció a les eines disponibles a la xarxa, evidentment les relacionades amb la programació d'un agent de la TAC-SCM. Hem considerat pertinent presentar el servidor actual i les dues eines de visualització *post-mortem* que farem servir, i deixar l'explicació de l'AgentWare, que és el codi bàsic per ajudar a la implementació d'un nou agent, pel capítol on l'utilitzarem.

2.2.1 MinneTAC SCM Server

Un servidor TAC-SCM ofereix el marc on 6 agents poden competir entre sí en una partida TAC-SCM. Qualsevol servidor TAC-SCM ha d'incorporar la generació d'Agents Dummies, o agents estúpids, per a omplir els espais buits en cas de no haver-hi sis participants humans. També, des del primer servidor, s'ofereix una eina per a la visualització en directe de la competició, que presenta l'aspecte que podem veure a la figura 2.7. En finalitzar una partida TAC-SCM, el servidor ofereix un resum dels resultats de la partida, en podem veure un exemple a la figura 2.8. Els primers servidors del joc van ser programats per la SICS, fins que el treball dels investigadors de la Universitat de Minnesota va resultar en el desenvolupament del MinnieTAC SCM Server, el servidor actual de la competició.

Per una evolució del servidor de la SICS, la Universitat de Minnesota, amb el seu treball sobre l'eficiència dels mètodes estadístics per a avaluar els agents de la TAC-SCM [42], va proposar un nou servidor alternatiu. Aprofitant la falta d'interès (o de recursos) de la SICS en continuar mantenint la competició, el servidor programat per aquesta universitat, el MinneTAC SCM Server, s'utilitza en les competicions oficials des de l'edició del 2007.

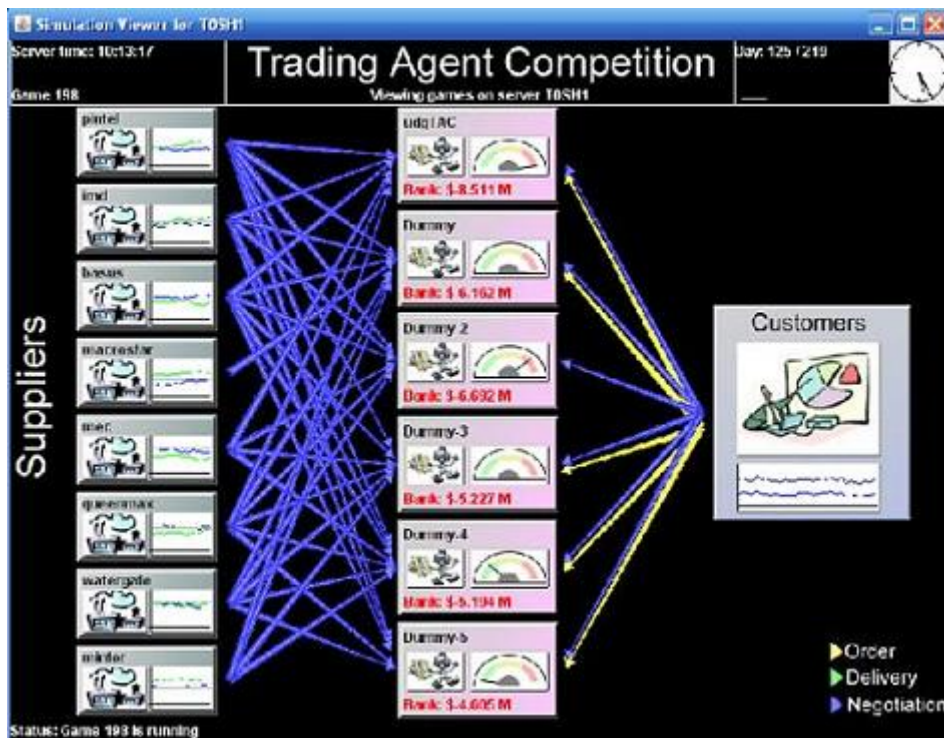


Figura 2.7: Captura de pantalla de l'eina de visualització en directe d'una partida TAC-SCM.

En essència, les funcions que ofereix són molt semblants a les de l'antic servidor. Com a característica principal, és destacable el fet de poder fixar les condicions de mercat i reduir així la variabilitat en avaluar, estadísticament, el nivell del nostre agent.

És a dir, suposem que volem avaluar la millora d'un agent A' respecte el seu original A . Escollim un nombre N de condicions de mercat diferents. Llavors realitzem N simulacions amb l'agent A i N simulacions amb l'agent A' . Les N condicions de mercat d'un agent i l'altre poden ser les mateixes, amb algunes restriccions, en el MinneTAC SCM Server.

Un exemple de la potència d'aquesta definició la trobem a la figura 2.9, on podem observar un gràfic del comportament del compte bancària de l'agent *TacTex06*, guanyador de l'edició 2006. Als dos gràfics cada línia representa una simulació diferent. Al gràfic superior veiem el comportament, amb poca variabilitat, de l'agent, donades unes condicions de mercat fixades. Al gràfic inferior, per contra, podem veure l'enorme variabilitat que presenten unes condicions de mercat variables.

La potència que presenta aquesta eina, sobretot combinada amb la MinnieTAC logtool que presentarem a continuació, és molt extensa i molt útil per a l'avaluació d'agents TAC-SCM.

Result for game 193@T0SH1 played at 2009-06-16 01:54:00

Player	Revenue	Interest	Costs			Margin 1	Margin 2	Result
			Material	Storage	Penalty			
udgTAC	134 066 066	-133 019	132 909 404	1 302 083	256 066	0%	0%	-534 506
Dummy-3	55 643 459	-141 976	58 439 434	407 342	264 087	0%	-5%	-3 609 380
Dummy	55 977 485	-165 757	59 044 011	412 945	714 708	1%	-5%	-4 359 936
Dummy-2	61 315 056	-165 319	64 851 227	451 951	463 390	1%	-6%	-4 616 831
Dummy-5	59 274 297	-175 779	62 851 560	438 874	435 321	1%	-6%	-4 627 237
Dummy-4	58 902 666	-196 288	62 765 608	430 455	588 379	1%	-6%	-5 078 064

Download game data [here](#)







Player	Orders	Utilization	Deliveries (on time/late/missed)	DPerf
udgTAC	5952	76%	 5881 / 65 / 6	99%
Dummy-3	2644	33%	 2558 / 86 / 0	97%
Dummy	2669	34%	 2457 / 203 / 9	92%
Dummy-2	2841	37%	 2736 / 93 / 12	96%
Dummy-5	2787	35%	 2675 / 104 / 8	96%
Dummy-4	2822	35%	 2656 / 161 / 5	94%

Figura 2.8: Resultat d'una simulació TAC-SCM.

2.2.2 CMieux logtool

L'eina presentada per la Carnegie Mellon University [10], fou una revolució al 2005, ja que era la primera eina per a realitzar anàlisi de les partides TAC-SCM. L'eina permetia als usuaris analitzar els preus dels components, les reputacions dels proveïdors, la quota de mercat i les vendes de cada agent participant en una simulació de TAC-SCM.

L'anomenada Analysis and Instrumentation Toolkit (AIT) parseja les dades per a la seva anàlisi, centrant els gràfics en un agent en particular per evitar l'acumulació de dades en els mateixos. És cert que l'eina ha quedat en part obsoleta per l'aparició de la MinnieTAC logtool, desenvolupada pels mateixos programadors de l'actual servidor de la competició, el MinnieTAC SCM Server, però la CMieux logtool encara conserva eines útils, com la visualització de la quota de mercat, malgrat l'anàlisi dels preus i les vendes sigui més complet en la nova eina.

L'aspecte de la pantalla principal de l'eina és el que podem veure a la figura 2.10, on la captura de l'esquerra representa el menú principal abans de parsejar les dades d'un dels jocs, i la de la dreta el mateix menú amb les dades parsejades i disponibles per a la seva consulta.

Al menú principal hem d'escollir el número d'identificació de la partida TAC-SCM que vulguem analitzar, el seu àmbit i quin agent ressaltar a les gràfiques resultants. En el nostre cas, totes les simulacions són locals i el nostre agent s'anomena UdGTAC, així que ho mantindrem com a opcions per defecte. En aquest menú principal, es distingeix entre

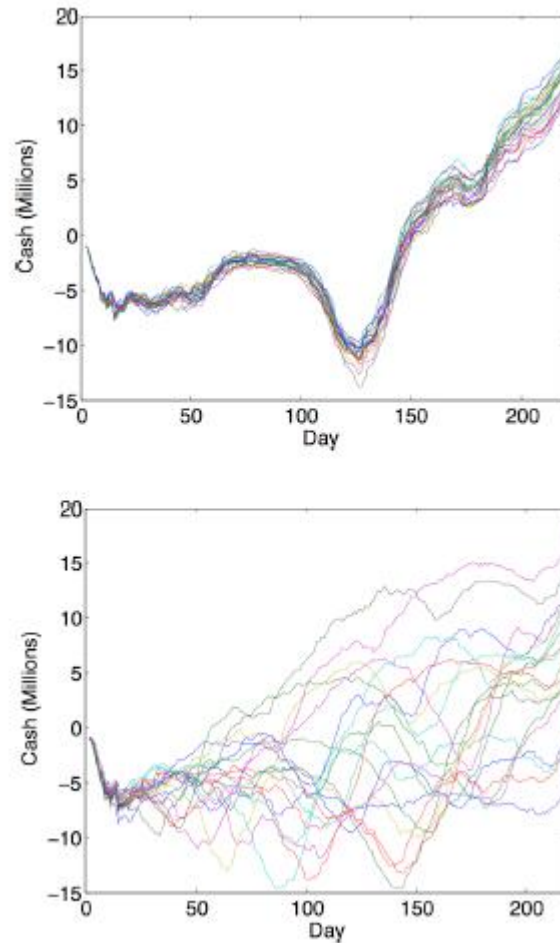


Figura 2.9: Comportament del compte bancari d'un agent, donades unes condicions de mercat determinades o unes condicions aleatòries.

tot el referent als negocis de l'agent amb els proveïdors (Bussines to Bussines, o B2B), i les relacions de l'agent amb els clients (Bussines to Client, o B2C).

Per a la presentació de les eines de visualització de la CMieux logtool utilitzarem una simulació d'un dels nostres agents UdGTAC.

De les B2B, l'apartat de les Reputacions (figura 2.11) ens informa de l'efecte que tenen, durant el transcurs del joc, les interaccions que haguem tingut amb els proveïdors. En aquest cas veiem com la reputació es manté a 1 durant tot el joc, significat que no ha patit cap penalització. Pel què fa a les vendes de components, a la figura 2.12 podem veure un exemple de l'evolució dels preus de venda de les plaques bases Basus, el seu model per CPUs Pintel, durant la nostra partida TAC-SCM. A més a més, hi podem veure la mitjana dels preus pagats per aquests components, en relació al seu preu base. En aquest cas, hem pagat per aquests components un 0.92 del seu preu inicial, per un total de

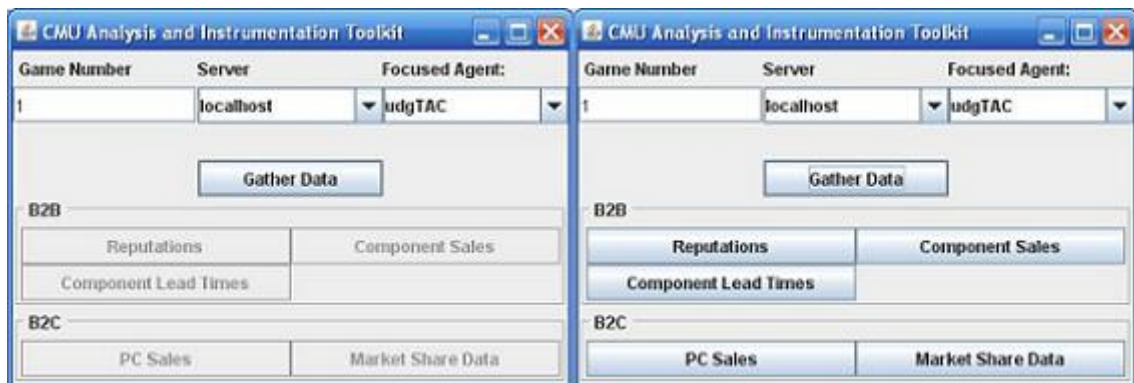


Figura 2.10: Pantalla principal de la logtool presentada per la Carnegie Mellon University.

10562 compres, intuït que hem tingut una activitat superior als nostres rivals. Per acabar, l'última eina disponible a l'apartat de B2B ens ajuda a visualitzar les compres diàries de components, tant preus com quantitats, però la potència en aquest camp de l'alternativa programada a la MinnieTAC logtool, ens desaconsellen el seu ús.

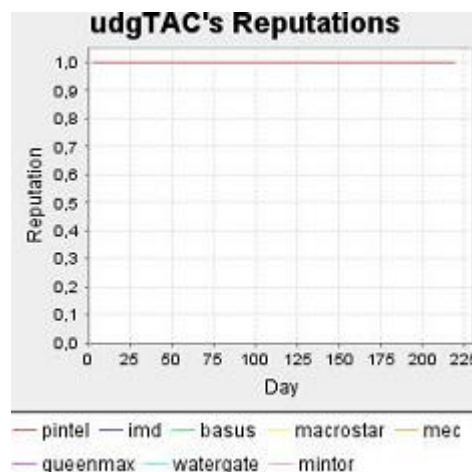


Figura 2.11: Exemple de les evolucions de la reputació d'un agent envers els proveïdors.

Per la seva banda, les eines disponibles a l'apartat de B2C són, primer, un visualitzador dels preus guanyadors i perdedors de les ofertes presentades als clients. Podem veure un exemple dels preus guanyadors d'un tipus d'ordinador en concret a la figura 2.13, i també els preus perdedors del mateix tipus d'ordinador a la figura 2.14. Aquesta informació pot resultar útil per avaluar la nostra capacitat per predir preus, si realment estem realitzant les ofertes adequades pel benefici desitjat. Ofertes a preus massa baixos resultarien en moltes ofertes guanyadores, però potser a costa d'un curt benefici, mentre que les ofertes massa restrictives en poden portar a no tenir cap encàrrec per satisfer.

L'altra eina disponible a l'apartat de B2C és la que, a priori, pot resultar més útil per avaluar els resultats finals. Ser conscient de la quota de mercat abarcada per l'agent propi i

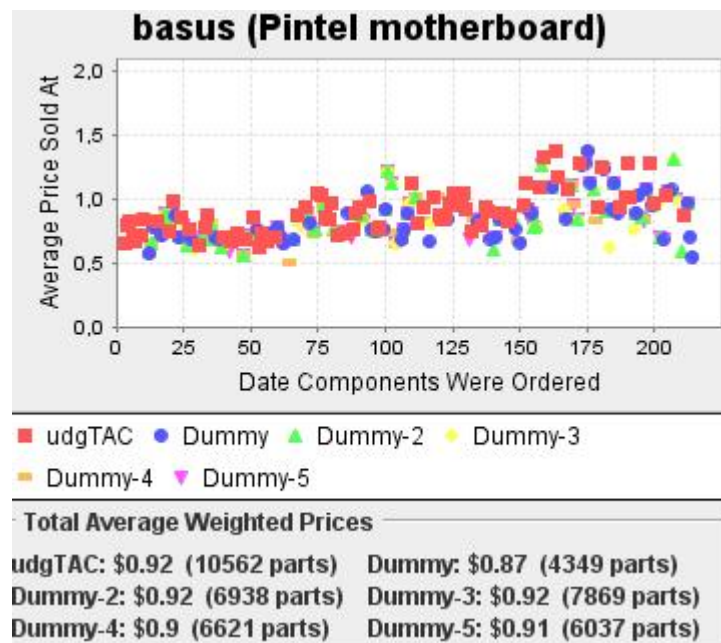


Figura 2.12: Gràfic de l'evolució dels preus de venda d'un component.

el rival, com es pot veure a l'exemple de la figura 2.15, ens pot proporcionar molta informació sobre l'èxit de les nostres estratègies en front la dels competidors. La possibilitat de reduir l'àmbit de visualització dels gràfics, fins a qualsevol limit que ens pugui resultar interessant, és una capacitat molt positiva de l'eina, i aquesta personalització possible, en aquest apartat, ens pot portar a una interessant anàlisi respecte a les estratègies proposades i la seva efectivitat, tan a llarg, com a curt termini, durant qualsevol moment del joc i sobre qualsevol segment d'ofertes dels clients, ja siguin els ordinadors més cars o les ofertes amb requeriments d'entrega a 3 dies vista.

2.2.3 MinneTAC logtool

Els desenvolupadors de l'actual servidor de la competició, el MinnieTAC SCM Server, varen desenvolupar una nova eina que aprofitava al màxim les noves capacitats del mateix. De fet, van realitzar un estudi [42] per demostrar la necessitat de canviar el servidor, com ja hem exposat a l'apartat corresponent, i aquesta eina de visualització *post-mortem*, especificacions de la qual trobem a [11], era la complementació necessària del servidor proposat.

A diferència amb la CMieux logtool, la MinnieTAC logtool no té un pantalla principal en sí mateixa, d'on seleccionar quina partida visualitzar, sinó que parseja directament el logfile que l'hi indiquem i ens presenta un menú interactiu, on és possible clicar als gràfics que veiem en pantalla per visualitzar les particularitats que ens puguin resultar interessants. L'aspecte de la pantalla principal d'un joc simulat la veiem a la figura 2.16.

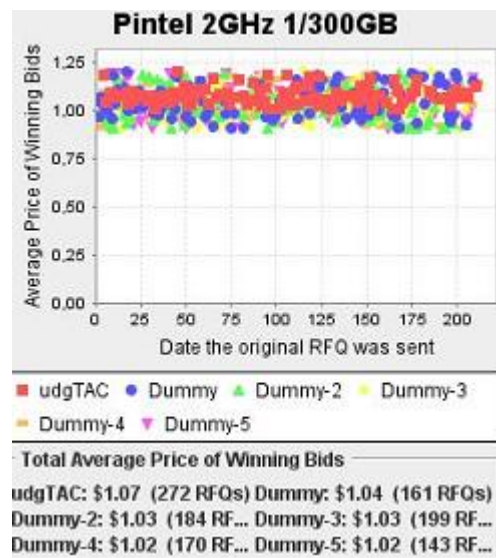


Figura 2.13: Gràfic de l'evolució dels preus guanyadors per la venda d'un PC.

En aquesta pantalla principal hi podem observar un resum de les condicions de mercat de la simulació actual, una barra de desplaçament per escollir el dia de simulació que volem veure en concret, un resum de l'evolució dels comptes bancàries dels participants de la competició, la situació actual del joc pel dia escollit i la monitorització d'algunes característiques, com el ranking final o els errors de comunicació que hi hagi pogut haver durant la partida, útil en el cas de partides on-line a un servidor remot.

Fent doble click a qualsevol dels agents obre una finestra, que consta de sis pestanyes, on podem veure diferents característiques sobre l'evolució del compte bancari, la utilització de la fàbrica i l'inventari del dia seleccionat, informació B2C, detalls dels encàrrecs d'aquell dia en particular, informació B2B i detalls sobre les demandes que hem realitzat als proveïdors el dia que haguem seleccionat. Una vista d'aquestes pantalles la trobem a la figura 2.17.

Informació més detallada sobre el disseny d'aquesta eina la podem trobar a [11].

2.2.4 IBM SPSS

L'anomenat Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), del gegant informàtic IBM, és un programa estadístic informàtic molt utilitzant en les ciències socials i les empreses d'investigació de mercat. És molt popular degut a la seva capacitat per treballar amb bases de dades de gran tamany. El programa consisteix d'un mòdul base, i d'altres mòduls annexos que s'han d'adquirir per separat.

Entre aquests mòduls hi podem trobar:

- Models de Regressió

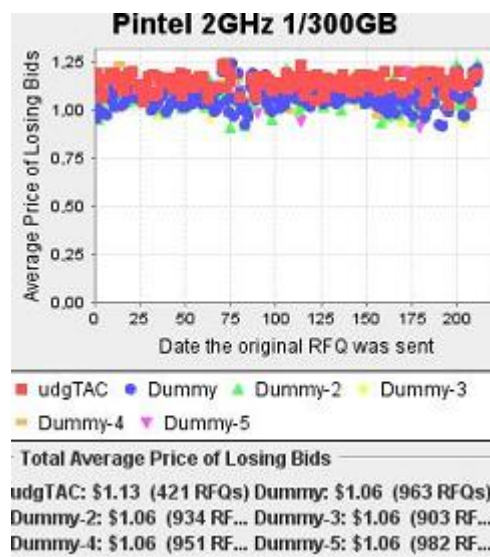


Figura 2.14: Gràfic de l'evolució dels preus perdedors per la venda d'un PC.

- Taules. Permeten a l'usuari donar un format especial a les sortides de dades pel seu us posterior.
- Tendències.
- Anàlisi Conjunta. Permet realitzar l'anàlisi de dades recollides per aquest tipus de proves estadístiques.
- Mapes. Es permet la representació geogràfica de la informació continguda en un fitxer.
- Anàlisi de Valors Perduts.
- Validació de Dades. Permet a l'usuari realitzar revisions lògiques de la informació continguda en un fitxer, i obtenir informes dels valors considerats atípics.
- SPSS Programmability Extension. Permet utilitzar el llenguatge de programació Python per un millor control de diversos processos dins del programa, que fins ara eren realitzats principalment per scripts. Existeix també la possibilitat d'usar la tecnologia .NET de Microsoft per fer ús de les llibreries de l'SPSS.

Amb aquest programa serem capaços de treure suc a les dades que recollim de les simulacions realitzades. Podrem confirmar o desmentir les suposicions fetes sobre els canvis proposats, i analitzar en profunditat el comportament dels agents que puguin ser programats.

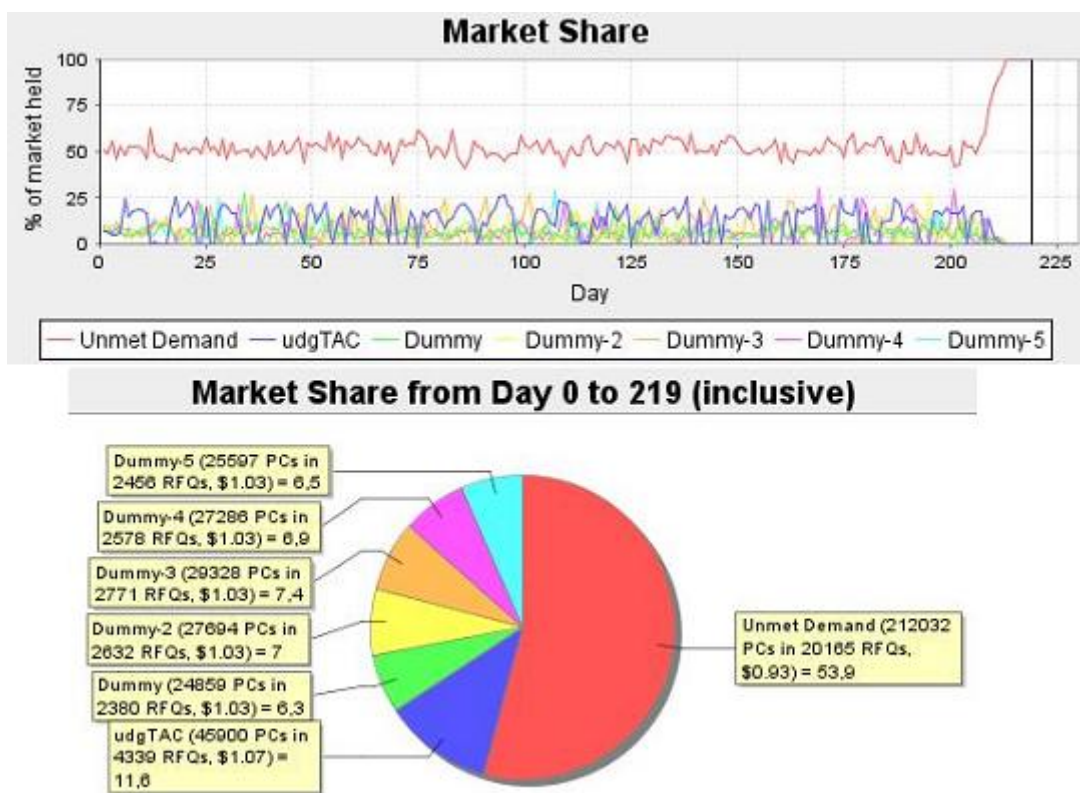


Figura 2.15: Gràfics sobre la quota de mercat abastada al final d'una partida TAC-SCM.

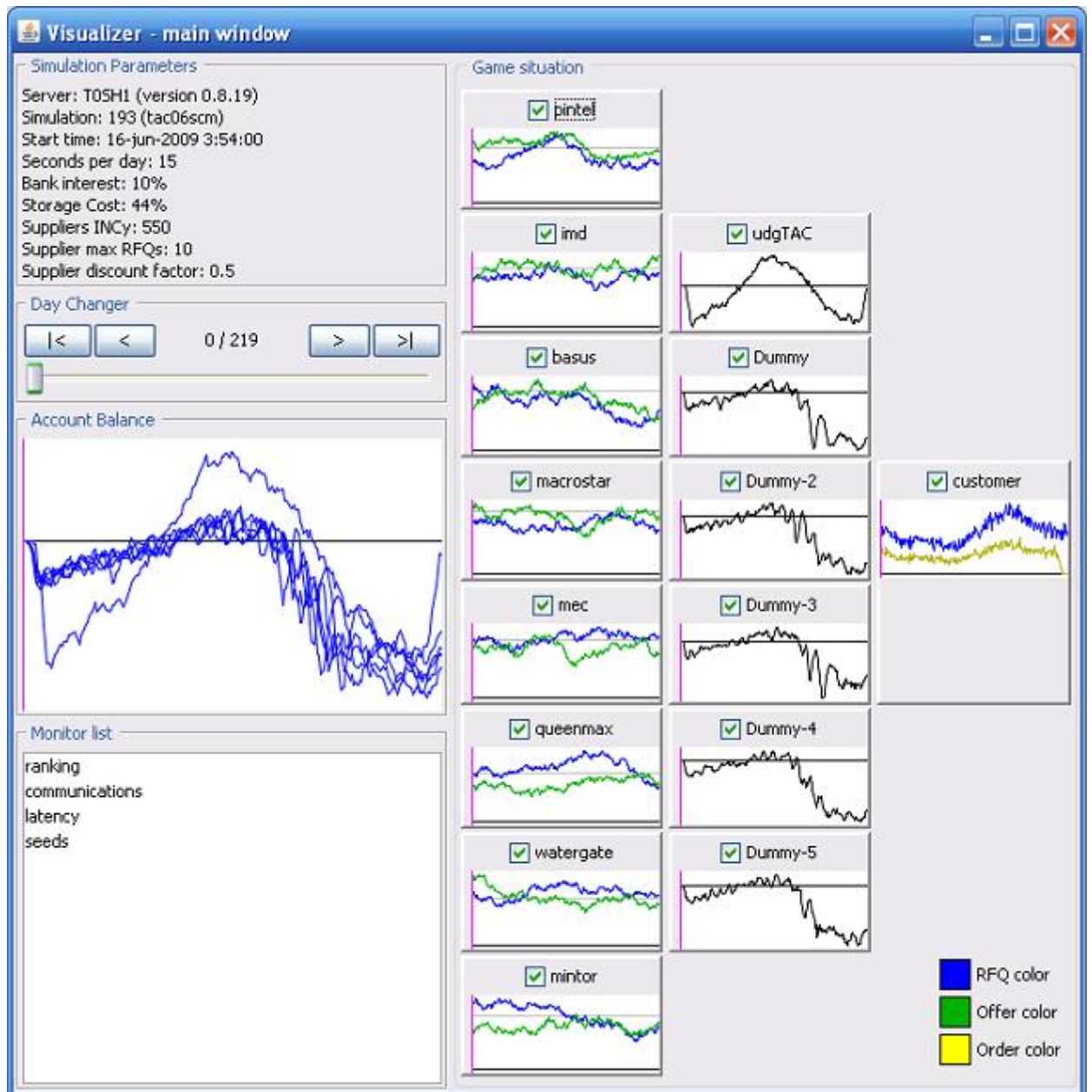


Figura 2.16: Pantalla principal de la MinneTAC logtool.

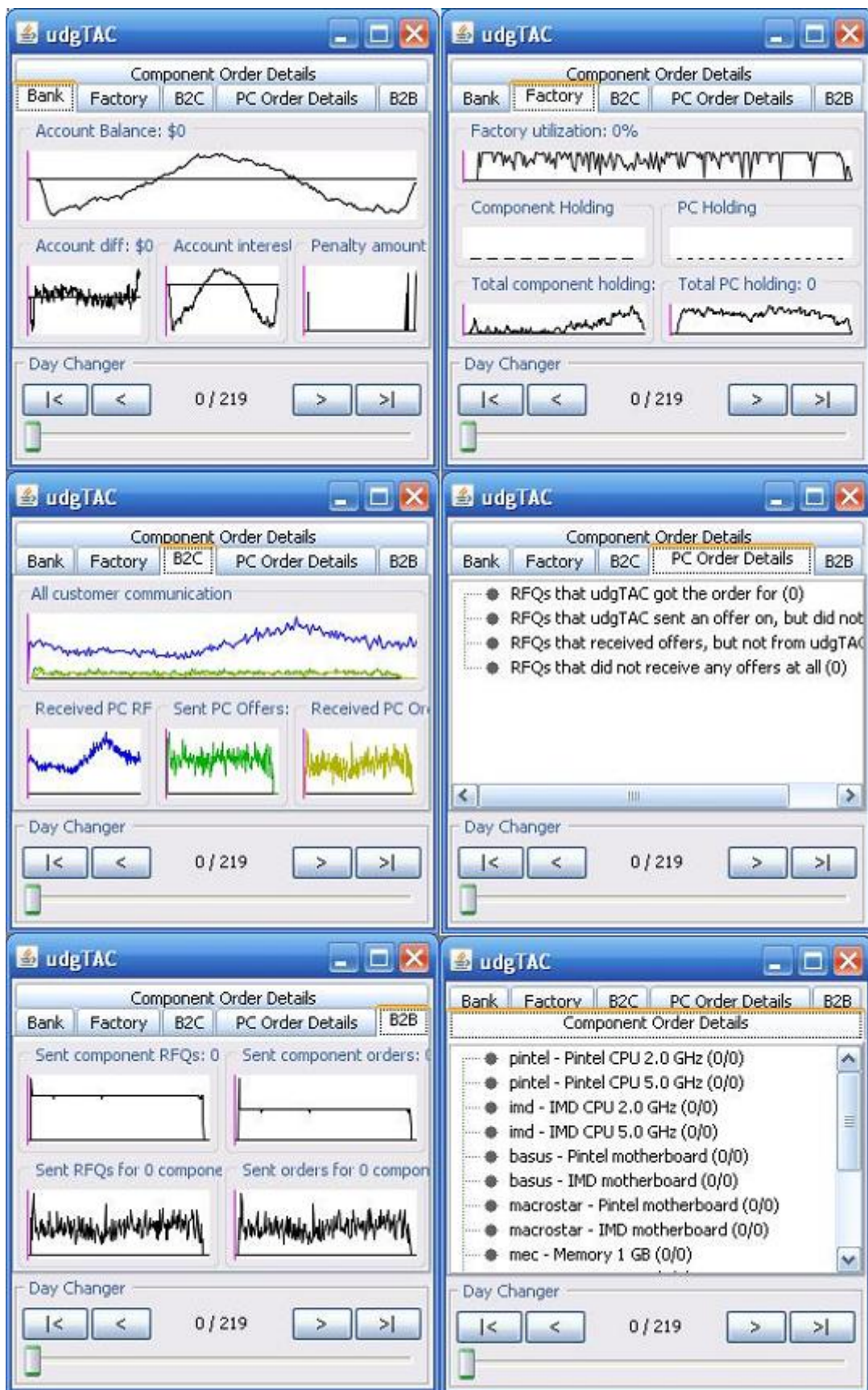


Figura 2.17: Evolució d'un agent utilitzant la MinneTAC logtool.
Visualització de totes les pestanyes.

Capítol 3

Desenvolupament d'un agent per la TAC-SCM

3.1 Introducció

En aquest capítol presentarem una anàlisi detallat de la TAC-SCM. Juntament amb l'anàlisi, presentarem les solucions proposades per a resoldre cadascun dels reptes de la competició, que són la Gestió de Clients, la Gestió de Proveïdors i la Gestió de la Cadena de Producció.

Començarem per explicar l'entorn de treball; el servidor i els agents dummy. Explicarem quin era l'estat original de l'agent sobre el qual treballem, l'UdGTAC3. També exposarem les noves propostes que hem realitzat en el nou agent més sofisticat, l'UdGTAC4.

A continuació, explicarem la part principal d'aquest capítol, la valoració dels resultats. Utilitzarem les eines de visualització *post-mortem*, que hem presentat al capítol anterior, per a extreure informació de les simulacions realitzades amb els agents esmentats. Realitzarem hipòtesis dels resultats esperables, i els comprovarem en l'anàlisi exhaustiu de resultats.

Per últim, farem un "reality-check"; farem simulacions contra alguns dels agents participants en la competició i veurem quin resultat som capaços d'obtenir contra ells. Com ja hem comentat amb anterioritat, l'objectiu d'aquest projecte en particular no és pretenir guanyar a aquests agents, que porten fins a 10 anys de desenvolupament per part de tot un equip d'investigadors. El què pretenim és saber a quina distància ens trobariem, actualment, en el desenvolupament, i intentar identificar on tenim els marges de millora.

3.2 El Servidor i els Agents Dummy

El Servidor que s'utilitza en la competició és el MinnieTAC Server, que ja hem introduït al capítol anterior. La característica més destacable d'aquest servidor és que permet fixar les condicions de mercat utilitzant un conjunt de 37 variables, que s'agrupen en un sol fitxer que anomenem Seed. Amb les Seeds, podem tenir un control sobre el comportament del servidor, i així ser capaços de reproduir les mateixes condicions de mercat, quelcom desitjable per reduir la component aleatòria, que dificultaria molt la valoració d'un agent. Hi ha una bona explicació d'aquest problema a [42].

En una partida TAC-SCM hi participen 6 agents. En cas de comptar amb un nombre menor de participants, el servidor s'encarrega d'omplir els buits amb els Agents Dummy. El detall de les característiques d'aquests agents, que estan pensats per influir el mínim possible en el desenvolupament d'una simulació, es poden consultar a [1, 52]. En essència, compten amb l'estructura bàsica per comunicar-se amb el servidor, i atendre algunes ofertes, però no tenen cap sofisticació en quant a estratègia.

3.3 Anàlisi de la competició

Com hem anat explicant en els primers capítols, la TAC-SCM consisteix, en essència, a resoldre tres problemes: la gestió de la oferta/demanda de clients, la gestió de la oferta/demanda de matèries primeres dels proveïdors, i la gestió de la producció de la fàbrica pròpia [37, 9]. Hem considerat apropiat explicar per separat aquests tres problemes i quines solucions hem proposat per a resoldre'ls.

Com que ara comptem amb més coneixement sobre la Intel·ligència Artificial que no pas en el moment del desenvolupament d'aquest prototip, som capaços d'explicar a què ens enfrontem de manera molt més tècnica i esclaridora. Explicarem com buscàvem resoldre els problemes plantejats, i també exposarem les noves estratègies seguides.

3.3.1 Gestió dels Clients

En què consisteix?

Els clients demanen PCs de diferents tipus, per a ser lliurats en una determinada data d'entrega (DueDate). Cada demanda conté una quantitat determinada d'unitats a ser lliurades, escollides uniformement dins l'interval $[q_{\min}, q_{\max}]$ (veure figura 3.1). Els agents han de ser capaços de satisfer l'ordre completa, tant per data d'entrega com per quantitat, perquè els clients tinguin en compte l'oferta presentada.

La demanda dels clients s'expressa en "request-for-quotes" (RFQs), on s'especifica el tipus de producte, la quantitat q , la data d'entrega, el preu de reserva p , i la penalització x . Per cada RFQ de client, el tipus de producte es selecciona aleatòriament dins dels

tipus disponibles (veure Bill of Materials a la figura 3.2), q es selecciona uniformement en l'interval $[q_{\min}, q_{\max}]$, i la data d'entrega és la data actual més un valor uniforme escollit en l'interval $[due_{\min}, due_{\max}]$. Cada RFQ també especifica el preu màxim per unitat que un client està disposat a pagar. Aquest preu de reserva p s'escull uniformement dins l'interval $[p_{\min}, p_{\max}]$, com podem veure a la figura 3.1. Els clients no consideren cap oferta amb un preu superior a p . Per cada RFQ, una penalització per una entrega posterior a la data d'entrega s'escull dins l'interval $[\Psi_{\min}, \Psi_{\max}]$,

Les demandes dels clients es classifiquen segons un dels seus tres segments de mercat: Gamma Alta, Gamma Mitjana o Gamma Baixa. Per cadascun dels tres segments, al principi de cada dia d , els clients expressen la seva demanda enviant N RFQs, segons la següent distribució:

$$N = poisson(Q_d)$$

on Q_d és la mitjana del nombre de RFQs pel dia d en cada segment de mercat. Q_d variarà utilitzant una moda τ que s'actualitza utilitzant un camí aleatori:

$$Q_{d+1} = min(Q_{max}, max(Q_{min}, \tau_d * Q_d))$$

$$\tau_{d+1} = max(\tau_{min}, min(\tau_{max}, \tau_d + random(-0.01, 0.01)))$$

El valor inicial de Q_0 , que és el valor inicial de Q , s'escull uniformement dins l'interval $[Q_{\min}, Q_{\max}]$ (veure figura 3.1), i τ_0 , el valor inicial de τ , és 1.0. La moda τ es reseteja a 1.0 quan el camí aleatori supera els límits màxim o mínim. En altres paraules, si $\tau_d Q_d < Q_{\min}$ o $\tau_d Q_d > Q_{\max}$ llavors $\tau_{d+1} = 1.0$. Això redueix la tendència bimodal de un camí aleatori.

Ofertes Rebudes Pel que fa al processament de les ofertes rebudes per part dels clients, els agents reben totes les RFQs que es generen cada dia. Si l'agent desitja respondre una RFQ, enviarà una oferta al client amb un preu, una quantitat i una data d'entrega. Els clients consideren únicament aquelles ofertes que satisfan tres condicions: la quantitat total especificada en la RFQ, l'entrega es realitza a temps segons la DueDate i el preu és inferior o igual al preu de reserva. La resta d'ofertes es rebutgen, silenciosament. Per cada RFQ, el client agafa totes les ofertes que passen el criteri de selecció i escull com a guanyadora aquella que té el preu més baix, enviant una ordre de resposta a l'agent. En cas d'empat entre ofertes, el guanyador s'escull de manera aleatòria entre les ofertes guanyadores. Addicionalment, els agents reben informació diària sobre el preu d'ordre mínim i màxim (P_{\min}, P_{\max}) per cada tipus de PC encarregat el dia anterior.

Parameter	Symbol	Standard Game Setting
Length of game	E	220 days
Agent assembly cell capacity		2000 cycles / day
Nominal capacity of supplier assembly lines	C^{nom}	550 components / day
Start capacity of the suppliers assembly lines	C_{-1}^{ac}	$C^{nom} \pm 35\%$
Supplier price discount factor	δ	0.5
Down payment due on placement of supplier order		10%
Acceptable purchase ratio for single-source suppliers	apr_1	0.75
Acceptable purchase ratio for two-source suppliers	apr_2	0.45
Initial reputation endowment		2000
Reputation recovery rate		100 units/day
Average number of customer RFQs in the High and Low range markets	$[Q_{min}, Q_{max}]$	25 – 100 per day
Average number of customer RFQs in the Mid range market	$[Q_{min}, Q_{max}]$	30 – 120 per day
Interval between Market Reports		20 days
RFQ volume trend for customers (all market segments)	$[\tau_{min}, \tau_{max}]$	[0.95, 1/0.95]
Range of quantities for individual customer RFQs	$[q_{min}, q_{max}]$	[1, 20]
Range of lead time (due date) for customer RFQs		3 to 12 days from the day the RFQ is received
Range of penalties for customer RFQs	$[\Psi_{min}, \Psi_{max}]$	5% to 15% of the customer reserve price per day
Customer Reserve Price		75 – 125% of nominal price of the PC components
Annual bank debt interest rate	$[\alpha_{min}, \alpha_{max}]$	6.0 – 12.0%
Annual bank deposit interest rate	$[\alpha'_{min}, \alpha'_{max}]$	0.5 α
Annual storage cost rate	$[S_{min}, S_{max}]$	25% – 50% of nominal price of components
Short-term horizon for supplier commitments	T_{short}	20 days
Daily reduction in supplier available capacity for long-term commitments	z	0.5%
Allocation reduction exponent	m	3.0

Figura 3.1: Taula dels paràmetres usats en una partida TAC-SCM

Ordres Les ordres encarregades es completen quan els agents envien els productes als clients. Com que els productes enviats el dia d arriben al dia $d+1$, l'enviament s'ha de fer al dia anterior a la DueDate per evitar la penalització. El pagament es realitza al compte bancari de l'agent o a la DueDate si s'entrega a temps, o al dia següent a la data d'entre-

Table 5: Bill of Materials

SKU	Components	Cycles	Market segment
1	100, 200, 300, 400	4	Low range
2	100, 200, 300, 401	5	Low range
3	100, 200, 301, 400	5	Mid range
4	100, 200, 301, 401	6	Mid range
5	101, 200, 300, 400	5	Mid range
6	101, 200, 300, 401	6	High range
7	101, 200, 301, 400	6	High range
8	101, 200, 301, 401	7	High range
9	110, 210, 300, 400	4	Low range
10	110, 210, 300, 401	5	Low range
11	110, 210, 301, 400	5	Low range
12	110, 210, 301, 401	6	Mid range
13	111, 210, 300, 400	5	Mid range
14	111, 210, 300, 401	6	Mid range
15	111, 210, 301, 400	6	High range
16	111, 210, 301, 401	7	High range

Figura 3.2: Bill of Materials

ga en cas contrari. Les penalitzacions es cobren diàriament quan un agent no compleix una data d'entrega, i són aplicades directament al compte bancari de l'agent. Les penalitzacions s'acumulen durant cinc dies, i passat el cinqué dia, l'ordre és cancelada i no s'acumulen més penalitzacions. Passat l'últim dia del joc, es cobraran com a penalitzacions totes les ordres pendents, ja que mai poden ser entregades. S'informa diàriament als agents sobre les penalitzacions i les cancel·lacions.

Com funciona?

El servidor de la competició llegeix el què contenen dues funcions, `handleCustomerRFQs` i `handleCustomerOrders`, per a saber quines són les propostes d'aquest agent al respecte dels Clients. Això funciona igual tant pel més simple dels agents, com del més elaborat. `handleCustomerRFQs` s'encarrega de gestionar les ofertes rebudes, mentre que `handleCustomerOrders` és la funció encarregada de gestionar les ordres que ens hagin realitzat els nostres clients.

Quina solució proposem?

L'UdGTAC3 implementa una solució en la qual realitza ofertes als clients a amb un 5% descompte sempre, i porta un control de la producció acumulada per aquell dia. Si la producció del dia supera la capacitat de fàbrica, ja no es responen a més ofertes.

En l'UdGTAC4 hem sofisticat el què es realitzava. El descompte el comencem al 4%, i utilitzem el control de la producció acumulada per fer variacions en el descompte que fem. Distingim tres casos: producció elevada, producció mitja i producció baixa.

Quan veiem que la producció dels pròxims dies a la nostra fàbrica superarà el 80%, reduïm el descompte que fem a les ofertes que fem en un 0,2% per oferta. És a dir, en cas de detectar una producció elevada a la nostra fàbrica, la propera oferta que realitzem portarà un descompte del 3,8%, la següent un 3,6% i successivament. D'aquesta manera, reduïm l'entrada de noves ofertes en una fàbrica ja saturada.

Definim com a producció mitjana quan la fàbrica presenta un ús d'entre el 50% i el 70%. En aquest cas, la reducció sobre el descompte és menys agressiva, d'un 0,1%. La producció baixa és quan tenim menys d'un 50% de producció als pròxims dies, cas en què el què farem serà millorar el descompte que fem a les successives ofertes un 0,1%, per incentivar més la nostra producció.

Respecte a la implementació de *handleCustomerOrders*, que és la funció que gestiona quines han estat les ofertes que han acceptat els clients, en el cas de l'UdGTAC3, el què fem és encarregar als proveïdors els components que necessitem per a satisfer cada ordre, directament.

Per l'UdGTAC4, tenim un sistema d'Agenda, on apuntem totes aquelles ordres que s'han de satisfer a una *DueDate* superior a *CurrentDate*+6. Com que sabem que, des que encarreguem els components, fins a poder entregar el producte al client, han de passar sis dies, donem prioritat a aquelles ordres que tinguin una data d'entrega més propera.

D'aquesta manera, evitem costos derivats de mantenir productes manufacturats i components al nostre inventari: enlloc d'estar pagant un lloguer per a mantenir productes que no seran utilitzats, intentem ser més eficients utilitzant aquesta solució.

3.3.2 Gestió dels Proveïdors

En què consisteix?

Per a la construcció d'un PC virtual, dins el marc de la TAC-SCM, necessitem proveïr-nos de quatre tipus de components diferents: CPUs, plaques mare, mòduls de memòria i discs durs.

Una partida estàndard conté 8 proveïdors diferents. Cada tipus de component té dos proveïdors, i ambdós produeixen totes les varietats d'aquell tipus de component. Els dos proveïdors de CPU s'especialitzen en una de les famílies: Intel per les CPU Intel i AMD per les CPU AMD. Les plaques mare les fabriquen ASUS i Microstar, els mòduls de memòria MEC i Queenmax, i els discs durs Watergate i Mintor. Els proveïdors es modelitzen, aproximadament, com a entitats que busquen el màxim profit.

Els proveïdors han de fer tres tasques diàries:

- Gestionar la capacitat productiva per a satisfer les orders acceptades.
- Fer ofertes als agents, basats en una projecció de la capacitat de producció futura.
- Entregar components per a satisfer les orders acceptades.

Ofertes Rebudes Cada dia, cada agent pot enviar fins a cinc RFQs a cada proveïdor per cadascun dels productes que ofereix aquest proveïdor, per un total de deu RFQs per proveïdor. Cada RFQ r representa una demanda per una quantitat especificada q_r d'un tipus particular de component c a ser entregat en una data i_r+1 dies, però només si el preu de cost no és superior al preu de reserva p_r per unitat. Si el $p_r = 0$, s'interpreta com que no tenim cap límit, i que es desitja adquirir aquest component independentment del preu que tingui. En aquest cas, es generarà una contraproposta correctament. Si $q_r = 0$, s'entregarà un preu per la DueDate corresponent, però no es pot realitzar cap Order. RFQs amb DueDate superior a la data final de la partida, o amb DueDates abans de dos dies respecte la data actual, no seran considerades. Quan el proveïdor computa els preus, una proposta serà generada per a cada RFQ r , especificant una possible reducció de la quantitat q_r , tal que el preu per unitat no és superior a p_r .

Els proveïdors recullen totes les RFQs rebudes durant el dia i les processen juntes al final del mateix, per trobar una combinació d'ofertes que maximitzi el benefici. L'endemà, els proveïdors envien a cada agent una oferta per a cada RFQ rebuda, contenint el preu p_r proposat, la quantitat que es pot satisfer q_r i la DueDate.

Com funciona?

El servidor de la competició utilitza dues funcions per a establir la comunicació entre agents i proveïdors. D'una banda, cada agent executa la funció *sendSupplierRFQs* quan està preparat per a enviar les RFQs als proveïdors. Aquesta situació es sol donar just al final del processament de les Orders rebudes a *handleCustomerOrders*. Per a rebre la informació de les contra-ofertes dels proveïdors, la funció que haurem de programar és la que porta com a capçalera *handleSupplierOffers*.

Quina solució proposem?

Al respecte de l'enviament de RFQs als proveïdors, tant l'UdGTAC3 com l'UdGTAC4 ho fan al finalitzar l'execució del *handleCustomerOrders*. En ambdós casos, hi ha muntat l'enviament d'una RFQ extra, de quantitat 0, que servirà com a sonda per a obtenir preus de tots els proveïdors en qualsevol moment. D'aquesta manera, al rebre les contra-ofertes, sabrem el preu de tots els components per part de tots els proveïdors, i així podrem seleccionar el proveïdor que més ens convingui en cada ocasió.

El *handleSupplierOffers* conté el codi necessari per a respondre a les contra-ofertes dels proveïdors. En el nostre cas, acceptem totes les propostes que ens realitzen, sigui quin

sigui el preu que propòsin. Això ho fem d'aquesta manera perquè actuem sota demanda, i només demanem components quan tenim una Order a satisfer. Així, sempre que rebem una RFQ d'un proveïdor, és que tenim una Order que espera aquells components per a ser realitzada, i hem decidit que la millor opció, per ara, és no arriscar-se a rebre una penalització per retard o per no entrega, i que, de moment, acceptar-ho tot és una opció encertada.

3.3.3 Gestió de la Cadena de Producció

En què consisteix?

Cada agent té una fàbrica de PCs idèntica, que conté una cadena de producció capaç de muntar qualsevol tipus de PC, a més d'un inventari on s'hi guarden tant els components com els PCs muntats. Cada tipus de PC necessita d'un nombre específic de cicles de fàbrica per a produir-se, i la cadena de producció de l'agent té una capacitat limitada.

Cada dia, l'agent envia a la fàbrica les instruccions sobre el què ha de dur a terme en la cadena de producció. Només es fabricaran aquells PCs pels quals tenim components disponibles. Els PCs es produeixen de manera seqüencial fins que tota la capacitat de la fàbrica s'ha exhaurit. Al final del dia, els PCs produïts es mouen a l'inventari, preparats per a ser entregats al dia següent.

Entrega a Client L'entrega a client es controla amb unes instruccions que l'agent ha d'enviar a la fàbrica diàriament. Aquestes instruccions d'entrega contenen l'especificació de quins productes i quines quantitats s'han d'entregar al dia següent, i a quines Orders en particular s'han d'aplicar aquestes entregues. Totes les entregues es fan des de l'inventari, per tant només poden entregar-se aquells PCs que hi estiguin disponibles. Les instruccions d'entrega s'executen seqüencialment fins que hem acabat totes les entregues del dia, o fins que no puguem fer més entregues per la falta de PCs a l'inventari. Les entregues indicades al dia d arriben al client al dia següent.

Costs d'Inventari Cada dia, l'agent rep un missatge de la seva fàbrica, indicant la quantitat de components i PCs disponibles. Tots els PCs que no haguem entregat, i tots els components que no estan sent utilitzats a la cadena de producció, tenen un cost de manteniment diari S , que és un percentatge del preu base dels components. Aquest cost serà escollit de manera aleatòria dins l'interval $[S_{\min}, S_{\max}]$, seleccionat al principi de la partida i que serà comunicat a tots els agents. El cost es mantindrà fix durant tota la partida i serà aplicat a l'inventari al final de cada dia.

Com funciona?

En la funció *handleSimulationStatus* és on es realitzen els gestions del dia, tant per la cadena de producció com per l'inventari. S'executa després de la resta de funcions, i calcula l'inventari del dia següent abans de posar-se a assignar tasques d'entrega i de fabricació.

Quina solució proposem?

En el cas de l'UdGTAC3, i també en el cas de l'UdGTAC4, la gestió es fa d'una manera similar. Primer de tot s'ordenen totes les Orders pendents per ordre de DueDate, i es mira si es poden satisfer o bé ja ha passat la data i les hem de cancel·lar. Si les cancelem, els components reservats per a aquella tasca poden ser utilitzats per alguna altra, malgrat patirem la penalització monetària corresponent. En cas que estiguem a temps de satisfer-les, i tinguem disponibles els PCs per a fer-ho, els assignarem i els esborrarem dels PCs esperats. En cas que no tinguem disponibles suficients PCs per a satisfer l'ordre, demanarem a la cadena de producció que els produeixi al dia següent.

3.4 Justificació estadística

En aquest projecte, en l'apartat estadístic, s'ha comptat amb l'ajuda de Basili Bragulat. Llicenciat en Economia, col·labora amb el grup GRECS de la Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales de la UdG. Aquesta col·laboració consisteix, entre d'altres, en processar dades de caràcter estadístic.

Sota la seva supervisió hem realitzat la part d'anàlisi de resultats.

Per a determinar la mida de la mostra en fer les comparacions entre agents, assumint un error beta o de tipus II del 20, que és el què es considera estàndard en aquests casos i amb unes variàncies mínimes en base a la literatura, hem considerat que 30 simulacions, per una condició de mercat fixada, eren suficients per a detectar variabilitats en les variables i evitar errors mostrals.

Es van recollir dades tan per l'udgTAC3 com per l'udgTAC4, seleccionant les variables que explicarem detalladament en l'apartat d'Anàlisi de Resultats, per a poder procedir en l'anàlisi estadístic. Aquest anàlisi es va realitzar mitjançant el paquet programa estadístic IBM SPSS v19.

El programa estadístic proporciona dues maneres per a distingir els resultats dels agents:

Anàlisi exploratòria de les variables Aquest anàlisi recull en forma de taules les mitjanes, desviacions típiques i errors estàndard per a les mitjanes anteriors. Mitjançant les mitjanes podem observar els valors on s'agrupen el major nombre de dades de la dis-

tribució, mentre que les altres dues, desviació típica i errors estandard, són mesures per determinar la dispersió d'aquestes dades. L'anàlisi exploratòria compta també amb diagrames de caixes, que representen aquestes mesures anteriors de forma gràfica.

Taules ANOVA Permeten comparar les mitjanes d'una variable quantitativa en funció d'elements qualitius (o no continus). Per nosaltres, es tractava de comprar les mitjanes de les diverses variables en funció de la "Seed", o condició de mercat fixada, amb la qual es van simular. Per tant, permet trobar diferències significatives entre les distintes simulacions, així com comprovar els comportaments davant diverses situacions del nostre agent. Aquestes taules consten de un pas previ:

Contrast de Levene Aquest contrast estudia si les variàncies de les mitjanes són diferents per a cada una, o per contra la variància és comuna pels diversos grups. Per a poder estudiar concretament la taula ANOVA és necessari que siguin diferents. El motiu estadístic és que, en cas de que la variància fos comuna pels diversos grups, les diferències entre les mitjanes no serien lògiques, o podrien estar influenciades pels altres grups o per afectes aleatoris que no permeten observar de forma correcta la mitjana. Així doncs, si no passem el contrast de Levene, no podem donar cap opinió sobre les mitjanes.

La taula ANOVA en sí, permet observar les diferències entre les mitjanes en funció del grup d'associó. Pel treball, ens centrarem en observar la significació de la prova.

Proves post hoc Un cop hem superat l'ANOVA i el Levene, podem fer una ullada a les proves post hoc, que ens indicaran la similitud, en valor absolut, de les variables comparades. Com més acusades siguin les similituds, més elevat serà el valor observat i si el valor observat és més petit que .005, ens trobarem en el cas de què les variables tenen una diferència molt elevada entre si i no tenen relació.

3.5 Resultats Experimentals i Conclusions

En aquesta secció presentarem els resultats experimentals, i les conclusions que hem pogut treure de les proves realitzades. Primer de tot, explicarem perquè hem seleccionat cadascuna de les variables que tenim. Procedirem a examinar quins resultats han aparegut de les simulacions realitzades, mirant si eren el què esperàvem. També compararem els resultats dels dos agents, udgTAC3 i udgTAC4, sota les mateixes condicions de mercat, i n'observarem les diferències.

3.5.1 Resultats Experimentals

El simulador de la competició TAC-SCM, permet la utilització de Seeds per a repetir condicions de mercat. Aquestes seeds són un conjunt de 37 variables, que el que fan és controlar tots els aspectes mercantils de la competició, ja sigui la curva de demanda dels clients, com el cost exacte de inventari per aquella simulació en particular, o el tipus d'interès bancari, entre d'altres [11, 42]

Mitjançant la MinneTAC Logtool, que ja hem presentat al capítol d'Antecedents, som capaços d'extreure els valors d'aquestes 37 variables, d'una simulació que haguem fet prèviament.

Al haver de determinar un nombre fix de Seeds a utilitzar, hem decidit, per motius de temps, que escollir **tres seeds diferents** era suficient. Una partida de TAC-SCM oficial té una durada de 55 minuts. La durada d'un dia TAC-SCM oficial és de 15 segons. D'aquesta manera, es dóna un temps prudencial perquè els agents realitzin les operacions que considerin necessàries en tot aquest temps. Nosaltres hem reduït aquest temps a 5 segons per dia, resultant en simulacions d'una durada de 18 minuts. Així doncs, al realitzar 30 simulacions per Seed, resultem en 90 simulacions de 18 minuts cadascuna d'ella. Si fem la multiplicació, ens surten unes 27 hores per a fer un cicle complet de simulació, que ens va semblar que era una xifra més que raonable, degut a què el projecte consisteix en tenir capacitat per trobar diferències i similituds entre agents diferents, i no pas en depurar un agent. En cas de què volguéssim depurar un agent, incrementariem el nombre de simulacions, incrementariem el nombre de condicions de mercat simulades ja que, com més capaços siguem de tenir èxit en qualsevol condició, més probable és que poguem competir en la TAC-SCM.

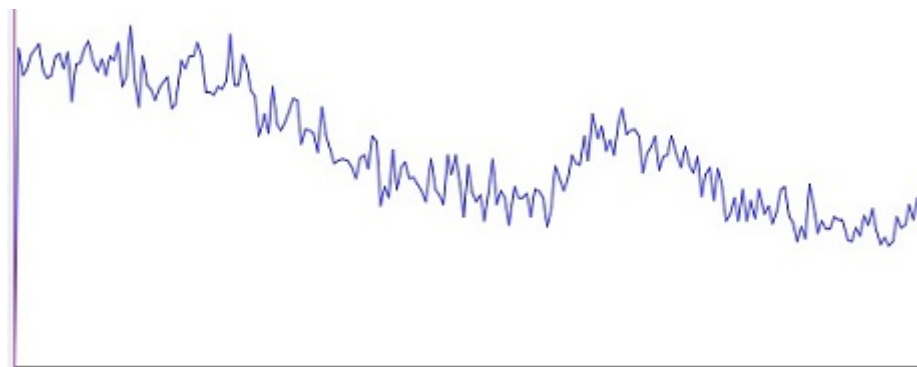


Figura 3.3: Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed01.

En la **selecció de quines seeds** utilitzar, hem escollit en funció de la corba de demanda dels clients. Com podem veure a les figures 3.3, 3.4, 3.5, les corbes de les Seeds 01 i 02, presenten certa similitud en el sentit que ambdues tenen uns moments, durant la partida, de demanda global elevada, i en tenen d'altres de demanda global baixa. La Seed 03, per contra, representa un estat extrem en què, durant la majoria de la simulació, la demanda dels Clients és molt baixa. D'aquesta manera, esperem trobar diferències significatives

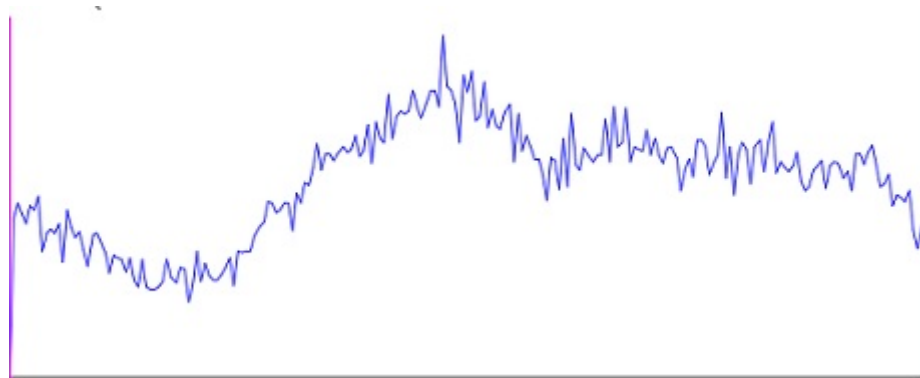


Figura 3.4: Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed02.



Figura 3.5: Corba de l'evolució de la demanda utilitzant la Seed03.

entre els resultats que obtinguem a la Seed 03, mentre que esperem que els resultats que obtinguem en les Seeds 01 i 02 siguin similars.

Quines són les variables interessants i perquè?

De totes les variables de les quals hem agafat informació, destaquem la variable **Result**, que recull el balanç de el compte bancari al final d'una partida TAC-SCM, que és la que ens indica com millora el nostre agent de manera global, i les variables de la següent taula, classificades segons la seva influència principal.

Clients	Proveïdors	Fàbrica
Revenue	Material	Utilitzation
Orders		

Així doncs, pensem que els resultats de **Revenue** i **Orders**, i els progressos que hi fem, estan relacionats amb la nostra estratègia de gestió de Clients. Revenue ens indica els ingressos nets que hem tingut, sense haver-hi restat els costos de material, penalitzacions,

etc. Respecte les Orders, són el nombre global de peticions que hem atés durant una partida TAC-SCM.

El **Material** és la variable que ens indica com gestionem la nostra relació amb els Proveïdors. Si mantenim el nivell de Revenue i de Orders, i som capaços de disminuir la nostra despesa en Material, assolirem un millor Result.

Per últim, **Utilitzation** ens indica com d'eficients som en la gestió de la nostra Fàbrica. Si aconseguim utilitzar la nostra Fàbrica un 100%, sense tenir ni penalitzacions de cap tipus per entregues fora de temps, estarem en l'òptim destijable.

La resta de les variables de les quals hem portat un control, juntament amb una breu explicació de la utilitat que poden tenir al avaluar un agent, són aquestes:

- **Interest.** Interès bancari rebut. Hi ha una penalització per estar en balanç negatiu, i hi ha una bonificació per estar en positiu. Aquesta variable és útil quan som capaços de repetir les condicions de mercat i els rivals. Sol tenir poca incidència al resultat final, però és important per acabar de determinar qui és el guanyador en les partides més disputades.
- **Storage.** Els costos de manteniment de material a l'inventari. L'ideal és minimitzar, tant com sigui possible, aquest valor. Si fem una bona gestió de la fàbrica, veurem com aquest valor disminueix en les simulacions.
- **Penalty.** Recull quan hem hagut de pagar en penalitzacions durant el joc. Mantenir-lo a zero hauria de ser l'objectiu de tot agent que vulgui ser eficient.
- **Late.** Controla les Orders que hem entregat amb retard. Si no gestionem correctament la nostra fàbrica, i atenem més producció de la que som capaços de satisfer, comptarem amb un valor elevat de Late i, per tant, amb una penalització en el compte bancari.
- **Missed.** Controla totes aquelles Orders que no hem entregat. Com *Late*, és un dels indicadors que no estem gestionant bé la nostra fàbrica. Minimitzar aquest valor ens aporta evitar les penalitzacions i incrementar el benefici.
- **%mercat.** És el percentatge de mercat que hem atés durant la partida. Ens ajudarà a veure quina presència hem tingut, valgui la redundància, al mercat.
- **%unattended.** És el percentatge de mercat que no ha atés cap agent i que s'ha quedat per cobrir. Cobrir tota la demanda no garanteix un alt benefici, ja que el simulador també realitza ofertes a preus prohibitius. Malgrat això, aquesta variable ens pot ajudar a veure si encara tenim mercat per cobrir.
- **preuPintel2GHz, preuIMD2GHz, preuXXX.** Totes les variables amb el prefix preu són les variables que porten un control del preu que hem pagat per cada component als proveïdors. Són unes variables molt útils per a controlar la eficiència amb la què negociem al proveïr-nos.

- **VentaLow, VentaMid, VentaHigh.** Aquestes variables recullen el preu que hem cobrat per a cada PC venut, diferenciant-los per gamma. Vendre a preu de cost seria comptar amb un valor del 100% en aquestes variables. El percentatge que el superi, és el benefici que hem obtingut en aquell segment de mercat. Tenir els valors d'aquesta variable tan elevats com sigui possible, juntament amb totes les variables de prefix preu- el més baixes possibles, és l'indicador de quan d'eficients som en les nostres negociacions amb el servidor, i si identifiquem bé o no les oportunitats que presenta el mercat.

Proves de udgTAC3

Després de fer l'anàlisi exploratòria de les variables resultants de les simulacions fetes amb el UdgTAC3, i les taules ANOVA de les variables que hem escollit (Material, Result, Orders, Revenue i Utilitzation) hem arribat a les conclusions que exposem.

El comportament de l'udgTAC3 en les condicions de mercat de les seeds 1 i 2 són similars. És un resultat que esperàvem: havíem seleccionat aquestes seeds perquè tenen unes corbes de demanda similars, i les proves realitzades ens confirmen el què ens pensàvem, que en condicions de mercat similars, el nostre agent obté resultats similars.

Al respecte de la seed 3, el cas extrem d'una demanda baixa constant en tota la durada de la partida TAC-SCM - ho hem pogut observar a la 3.5 -, obtenim uns resultats molt diferents, en valors absoluts de mitjanes, als que obtenim en els altres dos casos. Això també és el què esperàvem; en condicions de mercat diferents, l'agent s'adapta i obté uns resultats diferents.

Per entrar-hi amb més detall, veurem l'evolució d'algunes de les variables més rellevants.

Revenue & Orders Tal i com hem comentat, el Revenue i les Orders, són les variables que hem seleccionat per il·lustrar el comportament de la nostra gestió de Clients.

En el cas del Revenue, podem veure a la figura 3.6 que, tal i com hem comentat, la distribució de valors en els casos de la Seed 1 i 2, es troben en valors similars. En el cas de la Seed 3, malgrat en alguns casos hem obtingut valors absoluts superiors a les dues anteriors seeds (la mediana es troba força per sobre de les altres), la gran variància dels resultats, amb un bon nombre de partides a valors molt inferiors, ens donen a entendre que el comportament de l'udgTAC3 en aquesta situació extrema no és estable: no està preparat per a gestionar aquests casos. La diferència en estabilitat es fa patent en la figura 3.7.

Pel què fa a les Orders, veiem un comportament molt similar a Revenue. Mantenim uns valors similars en els casos de la Seed 1 i la Seed 2, mentre que per la Seed 3 veiem un comportament inestable (figura 3.8).

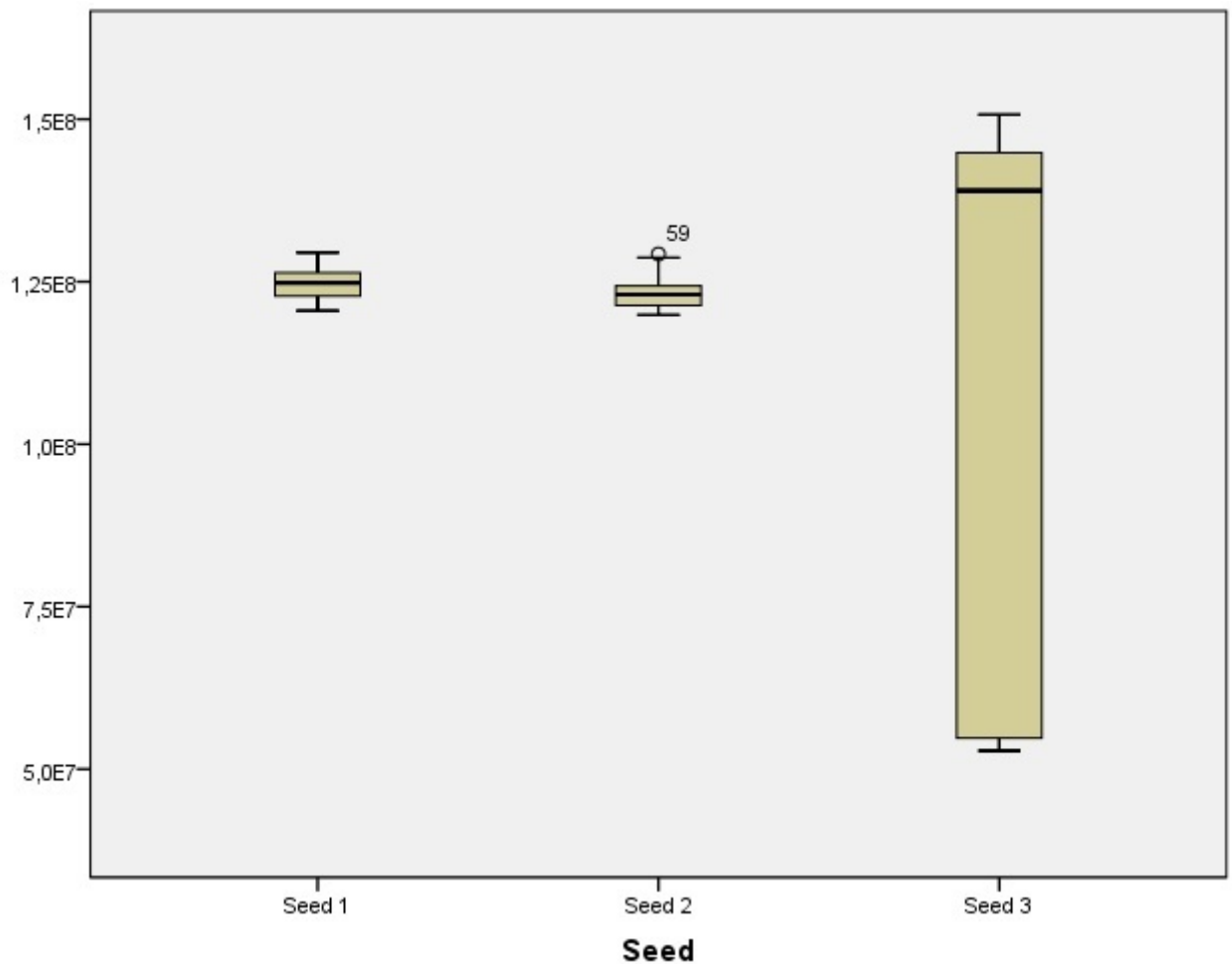


Figura 3.6: Distribució dels valors de la variable Revenue, classificat per Seed.

Pel que fa a l'ANOVA, en els dos casos ens trobem amb la mateixa situació. Com podem veure a la figura 3.9, el Levene ens indica que les variables tenen una desviació pròpia i que, per tant, podem comparar-les. En la comparació, veiem com es confirma la independència d'aquestes variables. Aquest és un comportament desitjable perquè ens indica que hem fet suficients simulacions per a fer patents les diferències d'aquestes variables.

En les proves post-hoc observem com, efectivament, les similituds en valor absolut de les Seeds 1 i 2 es confirmen. Per contra, la Seed 3 la consideren distinta a les altres dues. Això vol dir, entre altres coses, que les proves pensen que els resultats de la Seed 3 en quant a Revenue no segueixen el mateix patró que la resta de Seeds, i que podria tractar-se d'un error. Deduïm que el desitjable, en aquests casos, seria trobar una manera de ser competitius en casos extrems. Disminuir la volatilitat dels resultats de la Seed 3 serà una constant que observarem en la resta de proves fetes.

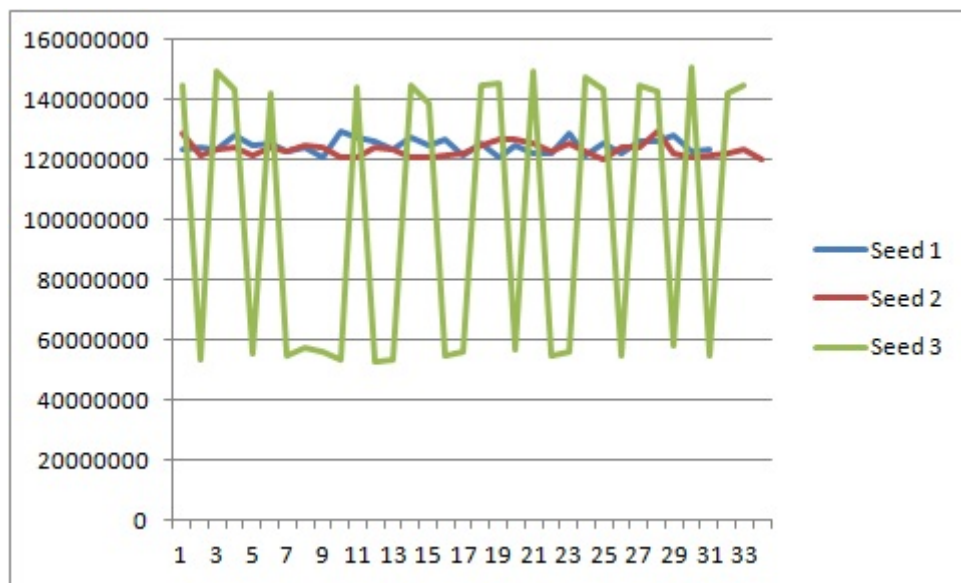


Figura 3.7: Representació dels valors absoluts de la variable Revenue, classificat per Seed.

Material En la figura 3.10 observem resultats molt similars pels tres casos, comptant la Seed 3 amb una mica més de variació al respecte dels valors absoluts obtinguts.

Els resultats interessants aparèixen a l'ANOVA, a la figura 3.11, on veiem que, després que el Levene ens confirmi que estem tractant amb variables que tenen desviacions pròpies, veiem com el p-valor ens diu que en el cas de Material, existeix una relació de dependència/igualtat entre elles. Entenem aquest resultat com una combinació de factors. Al comptar amb una estratègia similar pel què fa a la negociació amb els proveïdors, i cobrint una quota de mercat similar si ens fixem en la variable %mercat¹, és normal que haguem pagat un preu similar en Material, en tots els casos.

El posthoc confirma el què avançàvem, les variables són molt similars entre si en els seus valors absoluts, com podem veure a la figura 3.12.

Utilitzation Al observar la variable d'Utilitzation (figura 3.13, volem saber com ha estat, en percentatge, l'ús que hem fet de la fàbrica en les simulacions que hem realitzat. En el nostre cas, veiem valors estables al voltant del 70% en els casos de la seed 1 i 2. La Seed 3 és capaç de fer simulacions on utilitza més d'un 80% de la capacitat de la fàbrica, però la mediana la té per sota del 40%: en molts més casos no aconsegueix fer un bon ús de la fàbrica.

Consultant l'ANOVA i el post-hoc², trobem les confirmacions. Passem el Levene, garantint desviacions pròpies, i veiem com es compleix la hipòtesi d'independència de va-

¹Mirar els Annexos per a més informació.

²consultar Annexos.

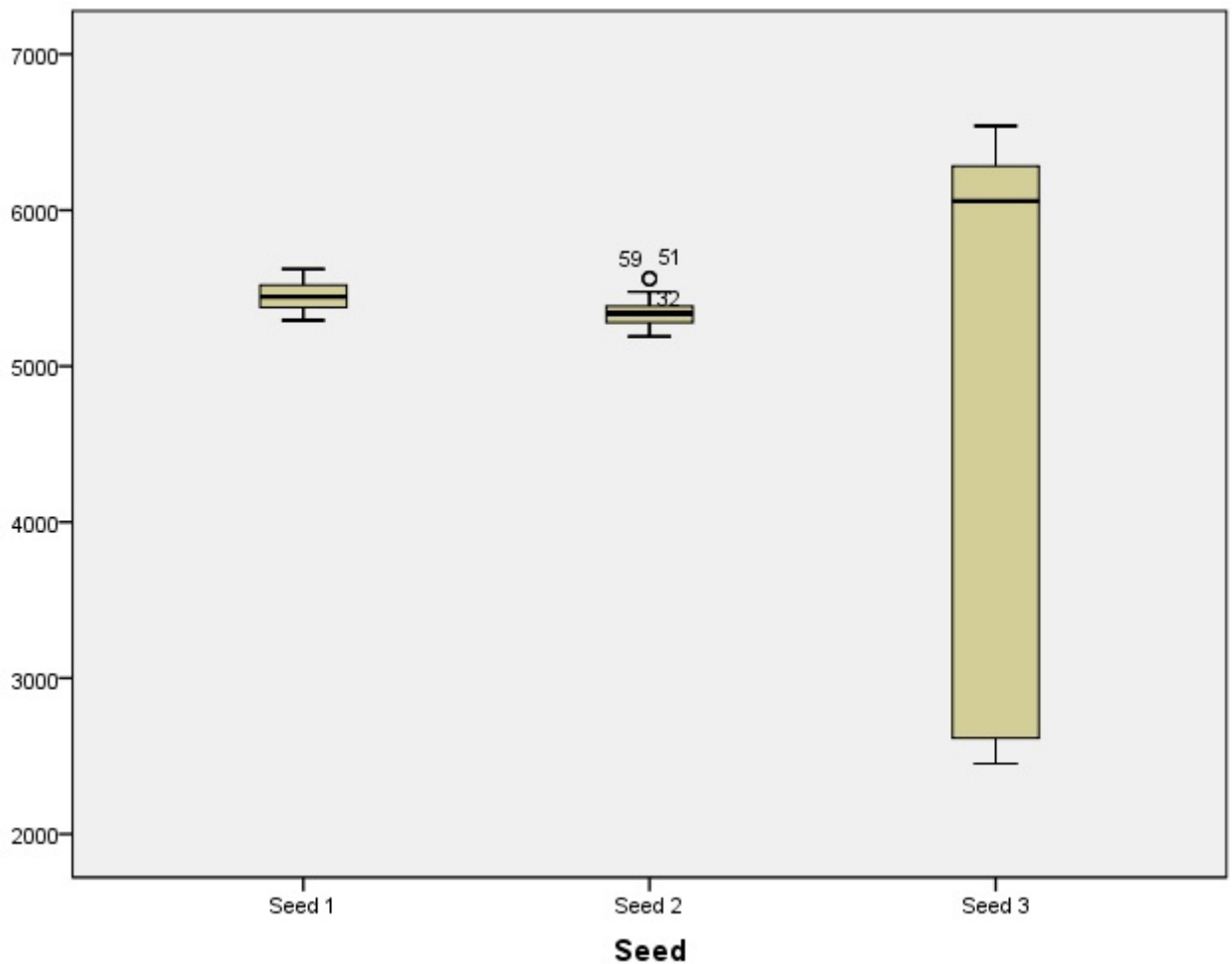


Figura 3.8: Distribució dels valors de la variable Orders, classificat per Seed.

riables, a més de similituds evidents entre Seed 1 i 2, i disimilitud en el cas de la Seed 3.

Result Amb Result obtenim un indicatiu del què hem sigut capaços de fer, de forma global, ajuntant les tres solucions proporcionades pels tres problemes d'aquest repte de la TAC-SCM. Així doncs, veiem en la figura 3.14 uns comportaments força semblants entre les tres seeds, cadascuna estabilitzada en el seu rang. A priori, la Seed 1 obté millors resultats, de mitjana, que la resta de Seeds.

Consultant l'ANOVA i el post-hoc³, veiem com, efectivament, les variables són totalment iguals, amb uns valors exactes de .000. Aquest és l'indicador que ens trobem davant resultats del mateix agent en diferents condicions de mercat, i que, malgrat tenir valors

³consultar Annexos.

ANOVA de Revenue

Prueba de homogeneidad de varianzas

Revenue				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
5417,365	2	95	,000	

ANOVA

Revenue					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,116E16	2	5,580E15	7,915	,001
Intra-grupos	6,697E16	95	7,050E14		
Total	7,814E16	97			

Figura 3.9: Taula ANOVA de la variable Revenue

diferents en altres variables, en conjunt, la distribució que segueixen els resultats finals és la esperada.

Proves de udgTAC3 vs udgTAC4

Les proves fetes amb l'udgTAC4 podem consultar-les als Annexos adjunts a aquesta memòria. Ens ha semblat molt més interessant, més que tornar a treure unes conclusions similars que en l'altre cas, amb l'udgTAC3, que fora bó comparar els dos agents entre si i observar-ne les diferències. Aquest és l'exercici més interessant que es pot fer al comparar dos agents diferents entre si. Si hem fet les mateixes simulacions exactes, i l'únic element diferent entre aquestes simulacions ha estat l'agent en sí, les proves comparatives entre agents seran molt sucoses, ja que ens donaran un valor exacte de les diferències entre els dos agents.

A la figura 3.15 podem observar el resultat d'aquesta comparativa. Analitzar aquest resultat és especialment interessant, ja que veiem que malgrat treballar amb més material, satisfer més ordres i tenir una utilització de fàbrica més elevada, l'udgTAC4 té pitjors resultats globals que l'udgTAC3. Això es pot explicar observant les variables de venda: l'udgTAC3 és capaç d'obtenir més benefici que l'udgTAC4.

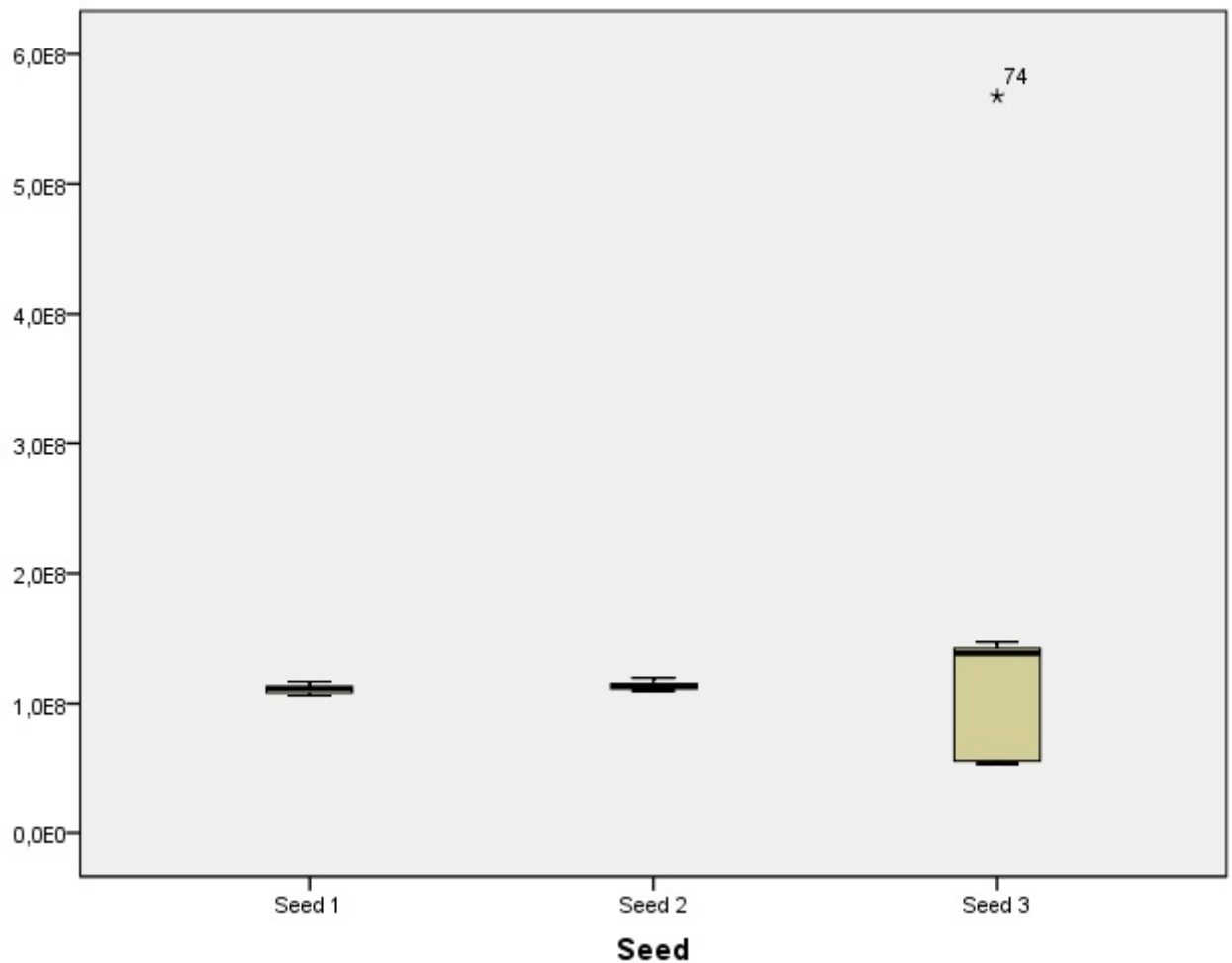


Figura 3.10: Distribució dels valors de la variable Material, classificat per Seed.

3.5.2 Conclusions

És important remarcar que sempre, com més simulacions poguem realitzar, i més condicions distintes de mercat valorem, més efectius serem en l'anàlisi i valoració del nostre agent. Així doncs, la primera recomanació és que, si és possible, quan es vulgui realitzar una prova d'aquestes característiques per comparar dos agents, o per analitzar el comportament de l'agent pròpi, si es té la capacitat de fer més simulacions, es consideri fer-ho.

Haver desenvolupat una metodologia per poder valorar les capacitats d'un agent contra un altre, és un pas molt important per a seguir avançant en la TAC-SCM. L'estadística ens ajuda a valorar les capacitats que tenim, i a comprendre millor els resultats que obtenim.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Material				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
16,448	2	95	,000	

ANOVA

Material					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3,308E14	2	1,654E14	,058	,944
Intra-grupos	2,704E17	95	2,846E15		
Total	2,707E17	97			

Figura 3.11: Taula ANOVA de la variable Material.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Material						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			Error típico		Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	-2393904,541	13248858,721	,984	-35341860,70	30554051,61
	Seed 3	-4548662,614	13344252,966	,944	-37733850,18	28636524,95
Seed 2	Seed 1	2393904,541	13248858,721	,984	-30554051,61	35341860,70
	Seed 3	-2154758,073	13037162,208	,986	-34576256,25	30266740,10
Seed 3	Seed 1	4548662,614	13344252,966	,944	-28636524,95	37733850,18
	Seed 2	2154758,073	13037162,208	,986	-30266740,10	34576256,25

Figura 3.12: Taula Post Hoc de la variable Material.

3.6 Competint amb finalistes de la TAC-SCM

Després d’aconseguir una millora respecte l’agent original, i haver-la validat amb el sistema de valoració d’agents que hem desenvolupat, ens ha semblat interessant veure a quin

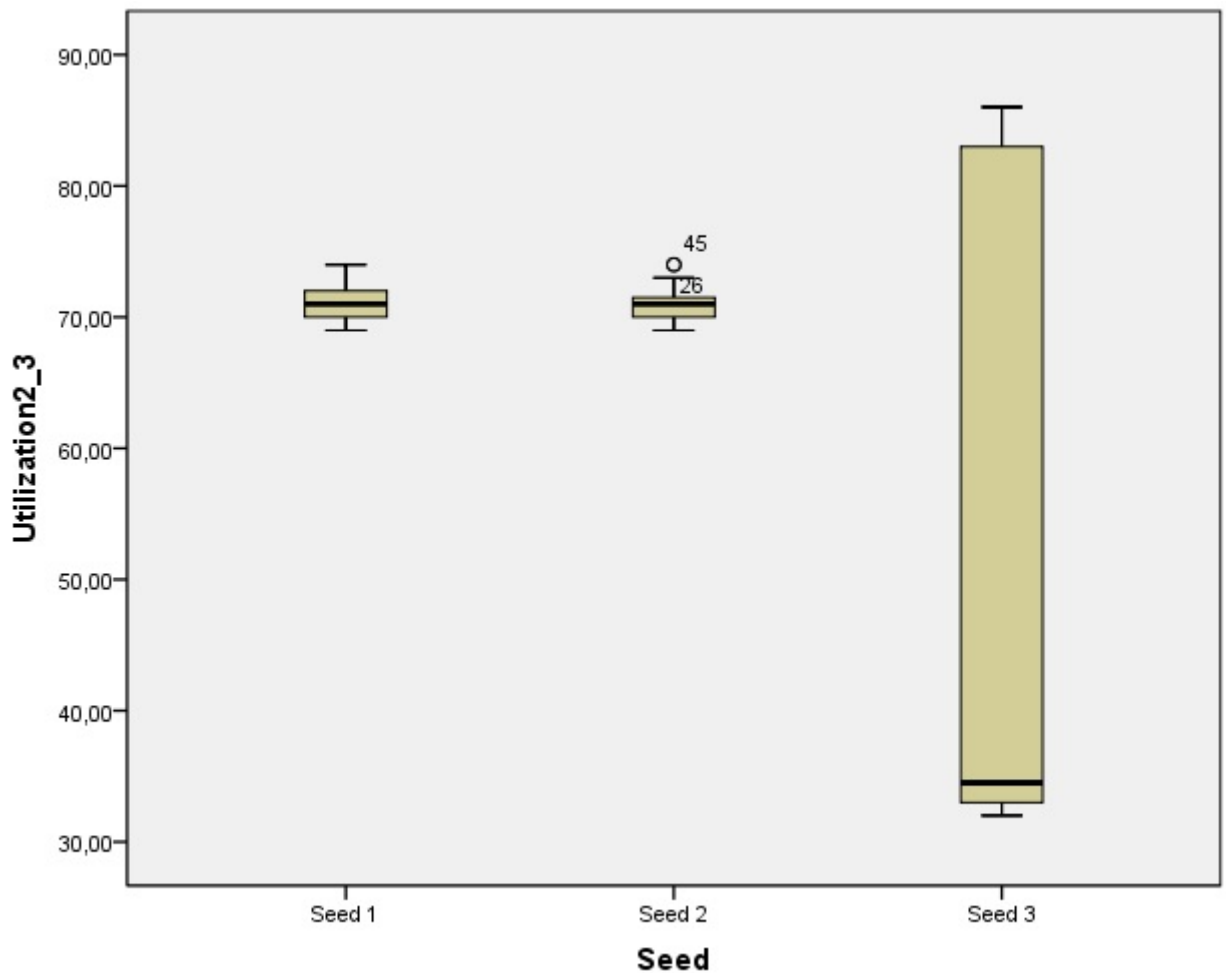


Figura 3.13: Distribució dels valors de la variable Utilitzation, classificat per Seed.

nivell estem respecte altres agents de la competició. Dels binaris d'agents disponibles a la pàgina web oficial de la TAC-SCM [5], n'hem escollit dos, el Mertacor i el TacTex.

El TacTex és l'agent desenvolupat per la Universitat de Austin, Texas, dels Estats Units [27, 36, 31], que ha guanyat en les passades edicions del 2005, 2006, 2010, i segon classificat de les edicions del 2007, 2008 i 2009. El Mertacor [29, 30], ha estat dissenyat per un grup d'investigadors de la Universitat Aristotle de Thessaloniki, a Grècia, i ha aconseguit qualificar en tercera posició en l'edició del 2005, i ha seguit competint en la resta d'edicions de la TAC-SCM.

En principi, és d'esperar que el TacTex sigui el vencedor d'aquestes partides, i el que més ens interessa és veure el nivell que tenim en comparació amb el Mertacor, que és un agent que en principi no ha demostrat ser prou competitiu com per guanyar alguna edició de la TAC-SCM (malgrat el seu equip d'investigadors ha resultat vencedor en altres modalitats de la TAC, com la victòria del 2010 en el TAC Market Design).

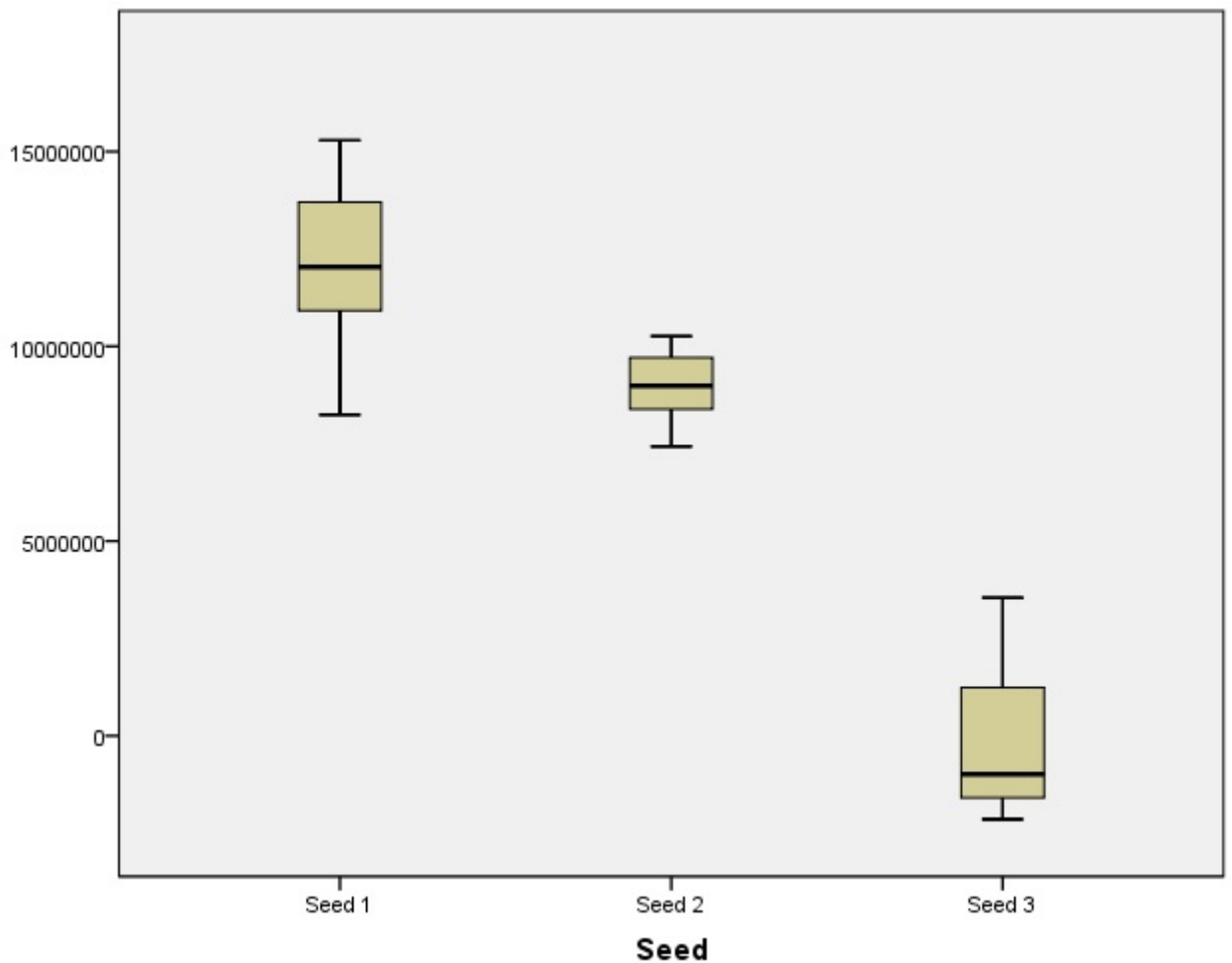


Figura 3.14: Distribució dels valors de la variable Result, classificat per Seed.

Per qüestió d'espai en la memòria, no adjuntem les taules amb tots els resultats que hem obtingut en les diferents partides contra aquests agents, però sí que en veurem el què succeeix en una partida típica quan aquests dos agents competeixen amb nosaltres.

Com es pot comprovar en les figures, el TacTex és el clar vencedor en totes les partides disputades, mentre el Mertacor sempre aconsegueix la meritòria segona posició. Pel què respecta a nosaltres, qualifiquem en tercera posició en tots els casos, però a molta diferència dels altres dos agents. Podem treure moltes conclusions dels resultats, i el principal és que encara estem a anys llum de poder competir amb els guanyadors de la competició, cosa totalment esperable degut a la disparitat de recursos humans al darrera de cadascun dels agents esmentats.

Estadísticos de grupo					
	TAC	N	Media	Desviación t _{íp.}	Error t _{íp.} de la media
Revenues	1	73	1,15E8	29131919,806	3409633,314
	2	73	1,23E8	27380763,537	3204675,975
Result	1	73	6962523,34	5484131,589	641869,053
	2	73	5178374,82	6280277,037	735050,829
Utilization	1	73	,6610	,16030	,01876
	2	73	,7173	,14971	,01752
Orders	1	73	5031,77	1195,767	139,954
	2	73	5279,58	1024,543	119,914
Material	1	73	1,14E8	59611165,468	6976959,192
	2	73	1,17E8	23807621,775	2786471,365
VentaLow	1	73	1,0789	,00315	,00037
	2	73	1,0415	,01298	,00152
VentaMid	1	73	1,0800	,00000	,00000
	2	73	1,0616	,00553	,00065
VentaHigh	1	73	1,0800	,00000	,00000
	2	73	1,0781	,00396	,00046

Figura 3.15: Comparativa entre mitjanes de l'udgTAC3 i l'udgTAC4.

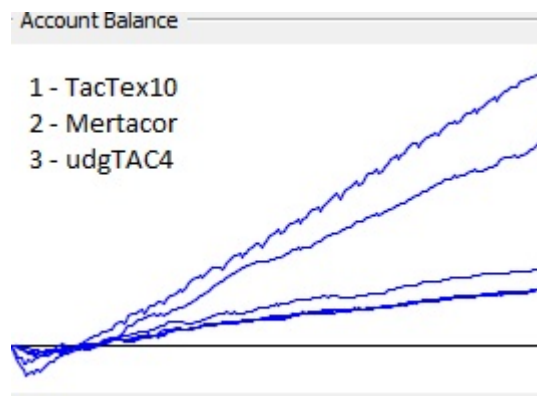


Figura 3.16: Gràfic dels comptes bancaris d'una partida típica Mertacor, TacTex, Udg-TAC4.

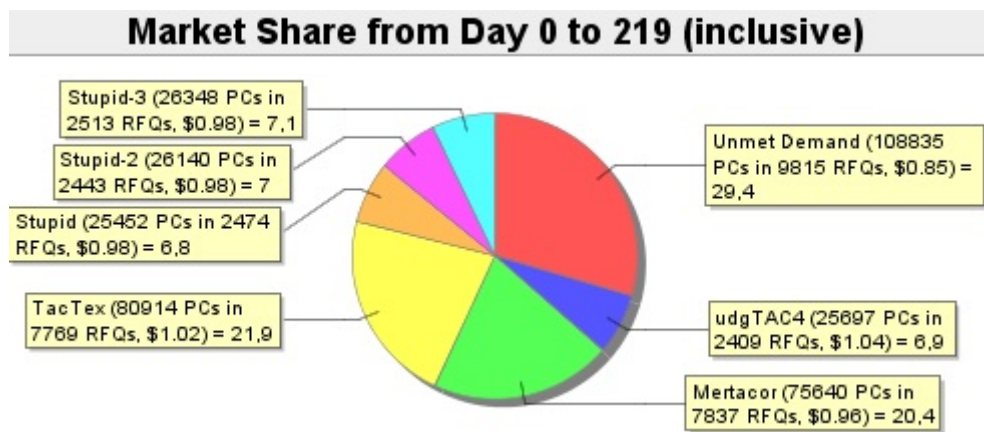


Figura 3.17: Quota de mercat d'una partida típica Mertacor, TacTex, UdgTAC4.

Capítol 4

Multi-Agent Systems

4.1 Antecedents

4.1.1 FIPA

La Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) [49], és una organització internacional, encarregada de crear estàndards dins de l'àmbit dels agents intel·ligents.

La gran quantitat de diferents implementacions d'agents, incompatibles entre si, va portar a què fos interessant trobar una manera estàndard de fer-los. Si més no, era necessari trobar un llenguatge de comunicació entre agents (Agent Communication Language o ACL), per afavorir la col·laboració entre diversos agents.

Això és especialment útil per als multiagents, que basen els seus esforços en el treball comú i la comunicació constant entre ells; la FIPA aspirava a què, enlloc de què cada investigador es muntés el seu sistema pròpi, moltes vegades incompatible amb els altres investigadors, hi hagués una manera que tots compartís el mateix sistema de comunicació i, d'aquesta manera, pogués ser capaç de col·laborar entre diferents equips d'investigadors.

La FIPA proposa una arquitectura abstracta per afavorir la reutilització i la interoperabilitat, identifica un entorn per a la gestió de diversos agents, amb el seu ACL estàndard i altres elements que podem veure amb més detall a [49].

4.1.2 JADE

Per facilitar el desenvolupament de sistemes multi-agent utilitzant el FIPA ACL, s'han creat múltiples plataformes que suporten el pas de missatges de FIPA. D'aquestes, la més coneguda i més utilitzada és la Java Agent Development Environment (JADE) [50, 51].

Els serveis que ofereix aquesta plataforma són diversos:

- Plataforma d'agents distribuïda: La plataforma d'agents pot ser dividida en diferents màquines. Només una aplicació Java, i per tant, només una JVM, és executada a cada màquina. Els agents són implementats amb threads de Java, i viuen dins de contenidors d'agents que proporcionen suport en temps d'execució al cicle de vida dels agents.
- GUI per gestionar agents i contenidors d'agents de màquines remotes.
- Eines de depuració per ajudar al desenvolupament de sistemes multiagent basades en JADE.
- Mobilitat d'agents entre dins la pròpia plataforma, incloent la transferència de l'estat i del codi de l'agent.
- Suport a l'execució de múltiples activitats (en paral·lel o concurrentment) dels agents, mitjançant el model de comportaments (behaviours). JADE planifica els comportaments dels agents de forma no-preemptiva.
- Plataforma d'agents que compleix les especificacions de la FIPA.
- Transport eficient de missatges ACL dins la mateixa plataforma d'agents.
- Llibreria amb els protocols d'interacció definits per la FIPA, preparats per ser utilitzats.
- Suport per ontologies i llenguatges de contingut definits a les aplicacions.

El detall sobre les eines que ofereix JADE, alguns tutorials i guies es poden trobar a [50].

4.1.3 Multi-Agents de la TAC-SCM

Si explorem en detall als competidors de les anteriors edicions de la TAC-SCM, trobem que tots els agents competidors i finalistes, implementen un sistema multiagent, cadascun amb diferents característiques, per a participar amb èxit en la competició. Les tècniques, arquitectures i dissenys són diversos, però tenen un denominador comú: alguns ho expliquen, i ningú publica el seu codi per raons obvies, les de ser genuïns i no facilitar la feina a la competència dins la pròpia competició.

Així doncs, hem trobat dos exemples interessants de sistemes multiagent en la TAC-SCM, el TacTex, guanyador de les edicions del 2005 i 2006, i el MinneTAC, que és l'agent que han creat els investigadors que també han desenvolupat el servidor de la competició. El MinneTAC participa en la competició des de l'inici, al 2003, i ha estat finalista en múltiples ocasions. En aquesta secció explicarem amb detall les arquitectures que aquests agents proposen.

TacTex

Guanyador en les edicions 2005-2006 i 2010, i segon classificat en les edicions del 2007, 2008 i 2009, el TacTEX és l'agent guanyador per excelència.

En la figura ?? podem observar l'arquitectura d'aquest MAS. Les tasques es divideixen entre el Supply Manager i el Demand Manager. El Supply Manager s'encarrega de tota la planificació al respecte de components i compres en general, i no requereix informació sobre la producció de PCs excepte una previsió de futur ús de components, informació provista pel Demand Manager. El Demand Manager, per la seva banda, s'encarrega de tota la planificació de venda de PCs i producció. Requereix una previsió de l'inventari actual i de les futures entregues de components, amb una estimació del cost de substituir algun dels components utilitzats. Aquesta informació la proporciona el Demand Manager.

El Supply Manager intenta minimitzar el cost d'obtenir components que necessita el Demand Manager, mentre que el Demand Manager busca maximitzar els beneficis de la venda d'ordinadors, tenint en compte la informació que l'hi dona el Supply Manager. Per fer aquestes tasques, els dos managers necessiten saber predir els resultats que tindran les seves accions i el futur de l'economia. El TacTex utilitza tres models predictius per donar assistència als Managers amb aquestes prediccions: el Supplier Model, el Demand Model i un Predictor d'Acceptació d'Ofertes.

El Supplier Model es fixa en tota la informació disponible de cada agent, com Orders satisfetes i preus de components que s'han ofert en el passat. Amb aquesta informació, el Supplier Model assisteix al Supply Manager fent prediccions sobre disponibilitat i preus de components.

El Demand Model es fixa en la demanda dels Clients de cadascun dels tres mercats, i intenta endevinar els paràmetres ocults de cada segment. Amb aquests estimatius, és possible predir el nombre de PCs que ens demanaran a qualsevol dia futur. El Demand Manager pot utilitzar aquestes prediccions per planificar el futur.

Quan hem de decidir a quines ofertes respondre dels Clients, el Demand Manager ha de ser capaç d'estimar la probabilitat que tenen, individualment, la capacitat que tenen per a tenir-hi èxit. Aquestes prediccions les fa el Offer Acceptance Predictor. Basats en anteriors resultats, l'Offer Acceptance Predictor produeix una funció per a cada request que utilitza els preus d'oferta i la probabilitat de guanyar l'Order.

Al competir en un numero d'agents fixat, tal i com passa a la final, TacTex adapta les seves estratègies del principi i del final en resposta als resultats de partides passades. Depeennet de les Orders dels altres agens, el preus de components al primer dia del joc poden ser molt més elevats o molt més baixos del què seran després. TacTEX analitza les últimes parides per determinar el nombre exacte de requests que hauria de fer el primer dia per tenir els preus més baixos. Els resultats de les anteriors partides també s'utilitzen, per determinar les probabilitats de tenir ofertes als clients acceptats durant els últimes dies, quan els oponents tendeixen a tenir o bé un excés o una falta de PCs disponibles.

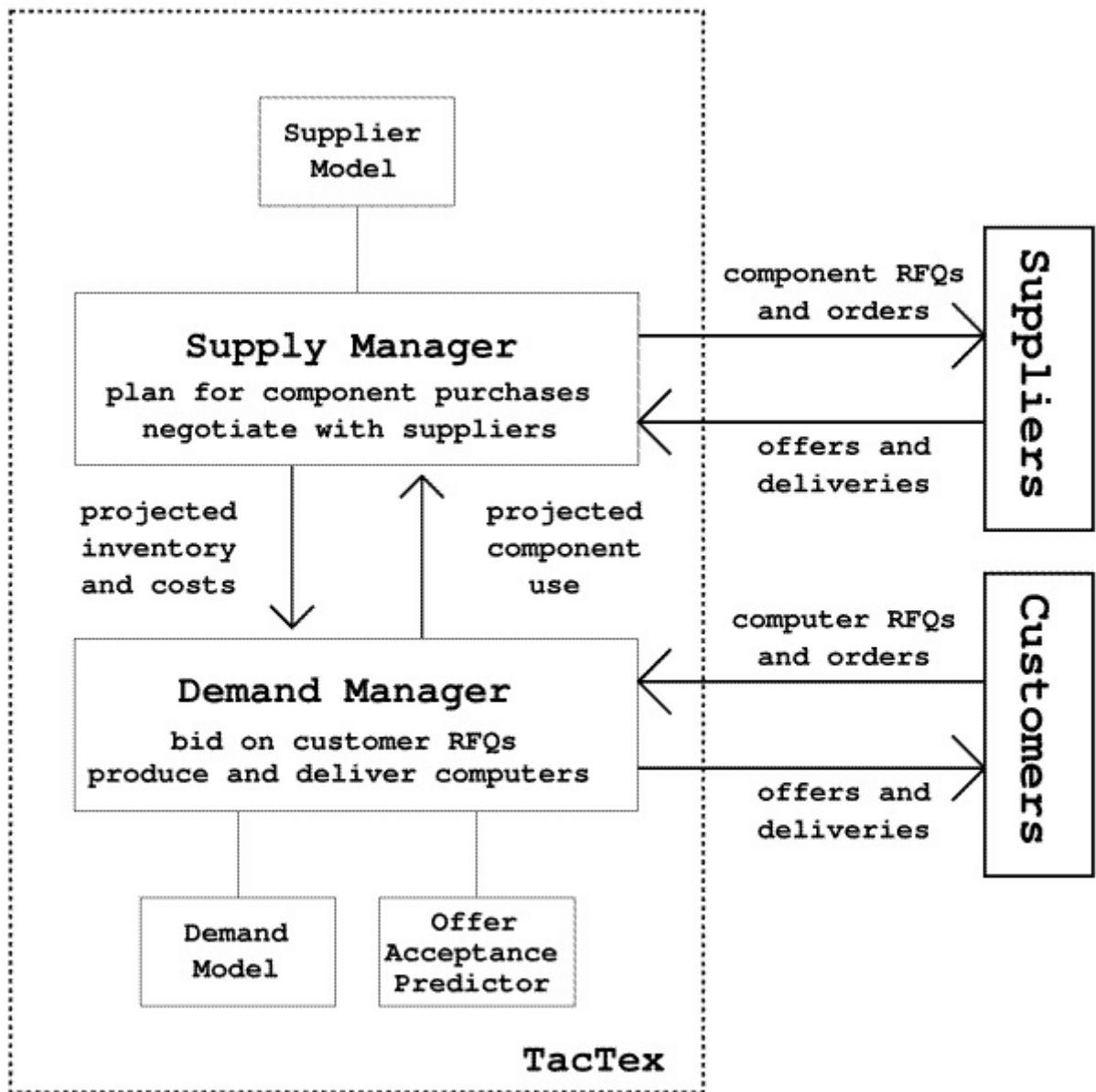


Figura 4.1: Arquitectura del TacTex.

MinneTAC

El MinneTAC és un agent amb voluntat de unir grups d'investigadors. En la documentació on expliquen el disseny del MAS, destaquen que estudiants inexperts han pogut col·laborar de manera efectiva en el desenvolupament, programant dues versions del mòdul de Shipping, dues del de Producció, cinc de Sales, sis de Procurement i més de vuitanta versions del mòdul d'Evaluators, en una contribució que agrupa 22 estudiants en

un període de quatre anys. Afirmen que el seu és un projecte open-source, i que està obert a què tothom hi col·labori.

És la plataforma perfecte, per la seva orientació a mòduls intercanviables, per iniciar un MAS d'inici amb un grup d'investigadors que vulguin participar en la TAC-SCM.

Al explicar el funcionament del seu agent [18], els investigadors del MinneTAC confirmen que JADE podria haver estat utilitzat en el desenvolupament del seu agent. Opinen, però, que l'èmfasi principal d'aquest entorn de treball és en crear MAS que compleixen amb les especificacions de la FIPA per comunicació entre agents, i això no és un requeriment pel TAC-SCM.

Malgrat haver-hi més treball relacionat [18], i altres arquitectures dins el TAC-SCM que també han tingut èxit, citant el guanyador TacTex [27], la gent del MinneTAC considera que el domini del TAC-SCM no requereix la flexibilitat cognitiva i els elements socials d'un disseny "tradicional" d'agents. Per ells, la motivació principal és separar les tasques de decisió i donar suport a les necessitats de la investigació, i consideren que el sistema de mòduls que proposen és ideal per a aquest propòsit.

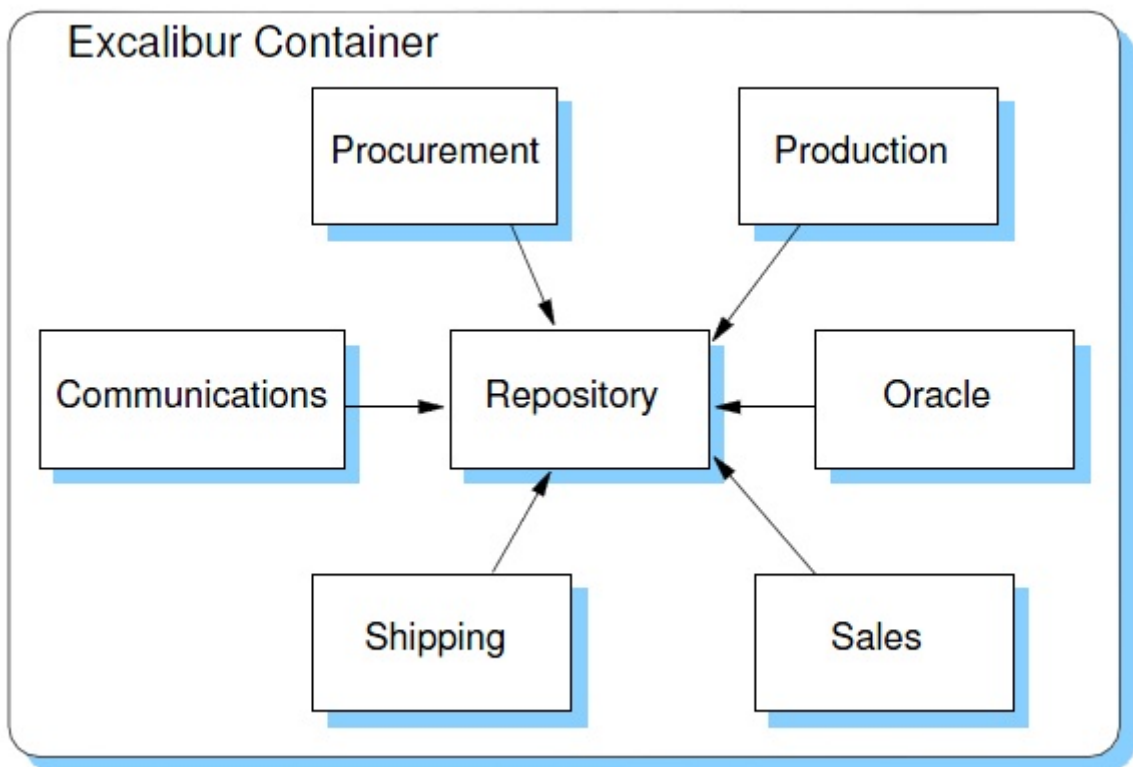


Figura 4.2: Arquitectura del MinneTAC.

El MinneTAC es crea sota un framework de propòsit general, proporcionat per l'empresa Apache, anomenat Excalibur [48], i no es sol fer servir per implementar agents

autònoms. No ofereix els avantatges pel disseny d'agents, com la representació de coneixement o la comunicació entre agents, sino que proporciona la manera de construir sistemes robustos i complexes, per grups de components individuals configurables, i orientats als rols. Això satisfà als investigadors del MinneTAC en el seu propòsit de poder comptar amb investigadors treballant independentment, amb poques obligacions de coordinació entre ells. Cada component d'un sistema Excalibur està dissenyat per satisfer un rol determinat, que té el seu conjunt de responsabilitats, un nom i una interfície definida.

Així doncs, sota un contenidor Excalibur, es construeix el MinneTAC, un seguit de components que podem veure a la figura 4.2. Quatre dels components que veiem a la figura, són els responsables de la majoria de presa de decisions: Sales, Procurement, Production i Shipping. Totes les dades es comparteixen utilitzant el Repository, que actua de pissarra, amb l'intenció de poder ser consultat per tothom. Oracle és el component que manté models de mercat i d'inventari, i es dedica a fer anàlisi i predicció. Communications és el que es preocupa de comunicar-se amb el servidor TAC-SCM. D'aquesta manera, els principals reptes de la TAC-SCM queden separats per components, i permeten que els investigadors es concentrin en un, i només un, problema.

4.1.4 Conclusió

Així doncs, vistos els diferents mètodes que es poden utilitzar, hem decidit que l'arquitectura del MinneTAC satisfà les idees del sistema multi-agent obert, i està preparat per a l'addició de nous investigadors, que resulta una de les principals preocupacions per a nosaltres. Així doncs, en cas de voler dissenyar un MAS per a la TAC-SCM, la nostra recomanació és utilitzar aquesta llibreria open-source.

Capítol 5

Anàlisi del Cost Econòmic

Arribats a aquest punt, és convenient proporcionar un estudi econòmic global que suposa l'execució d'aquest projecte.

Per poder dur-lo a terme, cal que tinguem en compte que aquesta valoració econòmica s'ha realitzat en referència als costos derivats del personal atribuït a cadascuna de les etapes del projecte. En referència als costos en maquinari i en llicències de software i altres, no s'han tingut en compte ja que no hem hagut d'adquirir cap element hardware nou, ni tampoc de cap software, ja que tot el què hem utilitzat estava en lliure disposició a la xarxa.

En el cas del sistema operatiu, al realitzar el projecte utilitzant el llenguatge de programació Java, podria haver estat realitzat i executat en qualsevol sistema Linux de lliure distribució.

5.1 Planificació Temporal

Hem dividit la feina realitzada en aquest projecte en diverses fases, les presentem amb la següent taula:

		Durada(mesos)	Durada(dies)	Durada(hores)
Fase 1	Documentació Inicial	1	16	96
Fase 2	Estudi Eines TAC-SCM	0,75	12	72
Fase 3	Implementació i Anàlisi	1,75	28	168
Fase 4	Disseny Sistema Avaluatòri	1,5	24	144
Fase 5	Proves Exhaustives	2	32	192
Fase 6	Estudi MAS	1,5	24	144
Fase 7	Documentació Final	1	16	96
Total		9,5	152	912

En la Fase 1, la de Documentació Inicial, hem fet un recull de la feina feta prèviament, analitzant el què teniem i sel·leccionant la línia a seguir en les següents etàpes.

En la Fase 2, l'Estudi de les Eines TAC-SCM, hem revisat l'estat actual de la TAC a nivell global, a més de les eines disponibles per al desenvolupament d'un agent TAC-SCM. Coneixiem l'existència d'alguna de les eines, però no n'havíem explorat la potència fins a aquesta fase.

Pel què fa la Fase 3, la Implementació i Anàlisi, és on hem aprofundit en els reptes que planteja la TAC-SCM, hem revisat el codi realitzat i hem dissenyat i implementat un nou agent, més sofisticat que l'anterior.

A la Fase 4, Disseny del Sistema Avaluatòri, hem fet la recerca necessària, juntament amb les proves pertinents, per a poder arribar a un consens de com avaluar dos agents qualsevol, que participin en la TAC-SCM.

En la Fase 5, Proves Exhaustives, hem analitzat els agents proposats, desgranant les dades per arribar a conclusions raonades del seu funcionament. Hem formulat hipòtesis i les hem posades a prova amb el sistema avaluatòri dissenyat.

Per la Fase 6, Estudi MAS, hem invertit el temps en investigar les tecnologies multi-agent, tant en el seu àmbit genèric, com aplicades a la TAC-SCM. Hem analitzat quins són els requeriments que buscaríem en el cas de voler-ne realitzar un, i hem proposat un disseny per a fer-ho.

I per últim, en la última fase, la de Documentació Final, hem agrupat tota la feina realitzada i l'hem posada en comú en la memòria.

5.1.1 Perfils

En el desenvolupament d'aquest projecte, hem identificat diferents tipus de perfils que hi participen. En aquest apartat els exposarem, explicant quins són els rols que associem a cada un d'aquests perfils. Són els següents:

- **Recerca.** Adquisició de coneixement i recerca sobre les tecnologies emprades en el desenvolupament del projecte, així com adquisició de coneixement de les recerques fetes fins al moment en les citades tecnologies.
- **Anàlisi.** Anàlisi dels requisits necessaris pel desenvolupament de les diferent fases que constitueixen el projecte, així com la planificació en temps de dedicació necessària per a cadascuna de les esmentades fases.
- **Disseny.** Un cop fet l'anàlisi, traçar quina és la línia de continuació i com dur-la a terme.
- **Testeig.** Posta a prova dels components desenvolupats.

- **Programació.** Tasques de codificació en el llenguatge de programació emprat de totes i cadascuna de les components necessàries per al correcte funcionament de l'agent desenvolupat.
- **Documentació.** Encarregat de documentar els de caràcter rellevant de totes i cadascuna de les etàpes, així com de l'agrupament de tota la feina realitzada en la memòria final.
- **Restant.** Tasques no classificables en cap de les anteriors, però imputables a les gestions requerides per al correcte desenvolupament del projecte, com puguin ser les hores de reunió amb la direcció del projecte i altres membres rellevants per el projecte.

Així doncs, hem identificat la següent distribució d'hores, segons els rols assignats a cada perfil i el treball assignat a cada fase:

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Total
Recerca	18	46		24		66	24	178
Anàlisi	54		48	30	54	54		240
Disseny			24	24				48
Testeig				24	58			82
Programació			72					72
Documentació	18	26	24	18	38	24	72	220
Resta	6			24	42			72
Total	96	72	168	144	192	144	96	912

Per fer-nos una idea del percentatge de temps de projecte que ha correspos a cada un dels diferents perfils identificats, presentem la figura 5.1.

5.2 Cost Econòmic

Utilitzant la informació de la planificació temporal, i buscant els preus actuals de mercat, dels perfils requerits per aquest projecte, desenvolupem la següent taula:

Perfil	Hores	Euros/Hora	Euros
Recerca	178	30	5340
Anàlisi	240	30	7200
Disseny	48	18	864
Testeig	82	6	492
Programació	72	12	864
Documentació	220	15	3300
Restant	72	30	2160
Total	912		20220

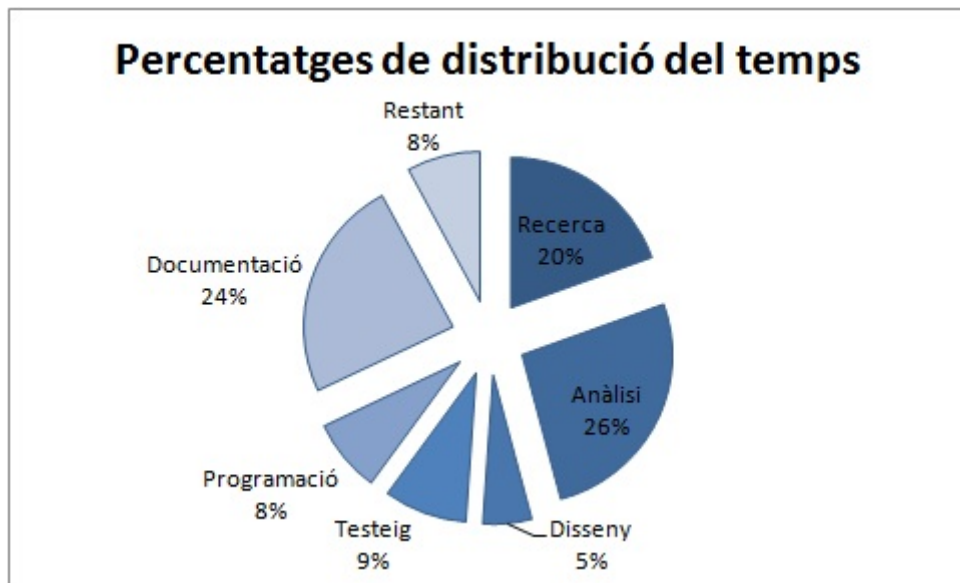


Figura 5.1: Distribució del temps.

Per tant, el cost estimat total d'aquest projecte és de **20.220 euros**, en concepte de salaris de personal.

Capítol 6

Conclusions

En aquest projecte hem realitzat els passos prèvis per poder afrontar el desenvolupament d'un sistema multi-agent per a la TAC-SCM. Tenir un sistema per avaluar els agents era quelcom necessari, i en aquest projecte hem aconseguit trobar una bona manera de fer-ho.

Haver trobat una bona arquitectura, i conèixer el què existeix en matèria de multi-agents, tant en general, com en la pròpia competició del TAC-SCM, facilitarà la feina a qui vulgui continuar el treball realitzat. Qui es vegi amb forces per posar-se a incorporar noves estratègies i tècniques per a resoldre els reptes que planteja la competició, trobarà aquest projecte interessant per a introduir-se de manera entenedora en la TAC-SCM, i hi trobarà les pautes per a començar.

El què destaco, personalment, al final de la redacció d'aquesta memòria, és la gran dificultat que suposa un projecte de recerca quan no hi ha una direcció clara, per part d'una persona que tingui criteri, i estigui qualificada, sobre el tema a tractar. Això dificulta molt l'eficiència de les hores dedicades, i perjudica obtenir millors resultats, quan s'ha de dedicar molt temps en estudiar les opcions disponibles, i s'ha d'identificar quin és el següent repte interessant, una vegada superada alguna de les fites imposades.

Valoro molt la possibilitat d'haver-me hagut d'espavilar; entenc que d'aquesta manera he arribat a un coneixement de la TAC-SCM que potser no tindria de no haver hagut de treballar així. A més, si hi ha una habilitat desitjable en un Enginyer Informàtic, i que he après com a alumne de la Universitat Politècnica de Catalunya, és la capacitat de ser autònom al solucionar els problemes que es presenten. Aquesta habilitat l'he treballat durant la totalitat del desenvolupament d'aquest projecte, i m'ha semblat una excel·lent lliçó per a preparar-me pel futur, ja sigui a la universitat o a l'empresa.

Bibliografia

- [1] Pàgina oficial de TAC. <http://www.sics.se/tac/>
- [2] R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The Trading Agent Competition Supply Chain Management Game. Agost 2003, CMU-ISRI-03-106.
- [3] Michael Kaerns and Luis Ortiz. The Penn-Lehman Automated Trading Project. Department of Computer and Information Science, University of Pennsylvania, Philadelphia. 2003.
- [4] Pàgina oficial de la TAC Travel. <http://www.sics.se/tac/page.php?id=3>
- [5] Pàgina oficial de la TAC-SCM. <http://www.sics.se/tac/page.php?id=13>
- [6] R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. TAC'03: A Supply Chain Trading Competition. Primavera 2003, AI Magazine.
- [7] R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. Design of the Supply Chain Trading Competition. Agosta 2003, IJCAI-03, Workshop on "Trading Agent Design and Analysis", Mexico.
- [8] R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The TAC Supply Chain Manegement Game. 2003, CMU-CS-03-184 tech. report.
- [9] Raghu Arunachalam - Norman Sadeh. The 2003 Supply Chain Management Trading Agent Competition. School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA.
- [10] M. Benisch - J. Andrews - T. Kirchner - N. Sadeh - B. Tasi - D. Bangerter. CMieux Supply Chain Trading Analysis and Instrumentation Toolkit. Septembre 2005, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburg, PA 15213.
- [11] Anders Sundman. TAC SCM tool for postmortem visualitzation and analysis. Septembre 2003, Dept. of Computer Science and Egeineering, University of Minnesota.

- [12] Pàgina oficial de l'IBM SPSS. <http://www-01.ibm.com/software/es/analytics/spss/>
- [13] Pàgina oficial de la TAC-CAT. http://www.marketbasedcontrol.com/blog/index.php?page_id=5
- [14] Pàgina oficial de la TAC-SCM Procurement Challenge. http://www.escm.cs.cmu.edu/scm_pc/
- [15] Pàgina oficial de la TAC-SCM Prediction Challenge. <http://www.cs.utexas.edu/~TacTex/PredictionChallenge/>
- [16] Pàgina oficial de la TAC/Ad Auctions. <http://aa.tradingagents.org/>
- [17] Pàgina oficial de la Power TAC. <http://www.powertac.org/>
- [18] J. Collins - W. Ketter - M. Gini - A. Agovic. Software architecture of the MinneTAC supply-chain trading agent. Octubre 2008, Dept. of Computer Science and Engineering, University of Minnesota.
- [19] Michael P. Wellman - Patrick R. Jordan - Christopher Kiekintveld - Jason Miller - Daniel M. Reeves. Empirical Game-Theoretic Analysis of the TAC Market Games. Computer Science and Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-2121, USA.
- [20] Philipp W. Keller - Felix-Olivier Duguay - Doina Precup. Red Agent - Winner of TAC SCM 2003. School of Computer Science, McGill University, Montreal, Canada.
- [21] Philipp W. Keller - Felix-Olivier Duguay - Doina Precup. Redagent-2003: An autonomous, market-based supply-chain management agent. Computer Science and Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-2121, USA.
- [22] Erik Zawadzki. An Analysis of RedAgent's Market-based Approach to Supply Chain Management. December 4, 2005.
- [23] R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The Supply Chain Management Game for the Trading Agent Competition 2004. 2004 CMU-CS-04-107 tech. report.
- [24] Christopher Kiekintveld - Yevgeniy Vorobeychik - Michael P. Wellman. An Analysis of the 2004 Supply Chain Management Trading Agent Competition. Artificial Intelligence Laboratory, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-2110, USA.
- [25] J. Collins - R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The Supply Chain Management Game for the 2005 Trading Agent Competition. Desembre 2004, CMU-ISRI-04-139 tech. report.

- [26] Jan Ulrich. An Analysis of the 2005 TAC SCM Finals. Department of Computer Science, University of Texas at Austin, Austin TX 78712, USA.
- [27] David Pardoe - Peter Stone. TacTex-05: A Champion Supply Chain Management Agent. Department of Computer Science, University of Texas at Austin, Austin TX 78712, USA.
- [28] David Pardoe - Peter Stone Predictive Planning for Supply Chain Management Juny 2006, Proceedings of the International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS 06), Cumbria, UK.
- [29] I. Kontogounis - K. Chatzidimitriou - A. Symeonidis - P. Mitkas. A Robust Agent Design for Dynamic SCM Environments. Intelligent Systems and Software Engineering Laboratory, Thessaloniki, Greece.
- [30] Pàgina oficial dels creadors del Mertacor. <http://issel.ee.auth.gr/doku.php/software/mertacor>
- [31] Pàgina oficial dels creadors del TacTex. <http://www.cs.utexas.edu/~TacTex/>
- [32] Minghua He - Alex Rogers - Xudong Luo - Nicholas R. Jennings. Designing a Successful Trading Agent for Supply Chain Management. School of Electronics and Computer Science, University of Southampton, UK.
- [33] Daniel Macías - Darnes Vilariño - Fabiola López. Agents Development for a Supply Chain Management Game. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
- [34] M. Benisch - J. Andrews - A. Sardinha - N. Sadeh. CMieux: Adaptive Strategies for Competitive Supply Chain Trading. School of Computer Science, Carnegie Mellon University.
- [35] J. Collins - R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The Supply Chain Management Game for the 2006 Trading Agent Competition. Novembre 2005, CMU-ISRI-05-132 tech. report.
- [36] David Pardoe - Peter Stone. An Autonomous Agent for Supply Chain Management. Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin, TX, USA.
- [37] J. Collins - R. Arunachalam - N.Sadeh - J. Eriksson - N. Finne - S. Janson. The Supply Chain Management Game for the 2007 Trading Agent Competition. Desembre 2006, CMU-ISRI-07-100 tech. report.
- [38] William E. Walsh - David C. Parker - Rajarshi Choosing Samples to Compute Heuristic-Strategy Nash Equilibrium. AAMAS-03, Workshop on Agent-Mediated Electronic Commerce V, 2003, Melbourne, Australia.

- [39] C. Menger. Problems in Economics and Sociology (1947). Urbana, IL: University of Illinois Press, USA.
- [40] I. Dogan - J.W. Yoo - R.B. Chinnam - Y. Jia - G. Vanteddu. Design and Analysis of Agent for Supply Chain Management: Experiences from the Trading Agent Competition. 2008, International Journal of Modelling and Simulation, Vol 28, No. 4.
- [41] Michael P. Wellman - Patrick R. Jordan - Christopher Kiekintveld - Jason Miller - Daniel M. Reeves. Empirical Game-Theoretic Analysis of the TAC Market Games. Computer Science and Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-2121, USA.
- [42] Eric Sodomka - John Collins - Maria Gini. Efficient Statistical Methods for Evaluating Trading Agent Performance. Dept. of Computer Science and Engineering, University of Minnesota.
- [43] Stuart Russell - Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Tradució de Prentice Hall Hispanoamericana, ISBN 968-880-682-X, ed. 1995.
- [44] Michael Wooldridge. An Introduction to MultiAgent Systems. Wiley, ISBN 978-0-470-51946-2, ed. 2009.
- [45] Avinash Dixit - Susan Skeath. Games of Strategy. ed. W. W. Norton & Company, 1999, ISBN 0-393-97421-9.
- [46] Projecte L^AT_EX. <http://www.latex-project.org/>
- [47] The Apache Ant Project. <http://ant.apache.org/>
- [48] Apache Excalibur. <http://excalibur.apache.org/>
- [49] The Foundation for Intelligent Physical Agents. <http://fipa.org/>
- [50] Java Agent DEvelopment Framework <http://jade.tilab.com/>
- [51] F. Belfemine - G. Caire - D. Greenwood. Developing multi-agent systems with JADE. John Wiley & Sons.
- [52] Ramon Costa - Beatriz López. Desenvolupament d'un agent intel·ligent dins el marc de la competició TAC-SCM.

Annexos

Exploratòria udgTAC3

Revenue

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Revenue	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

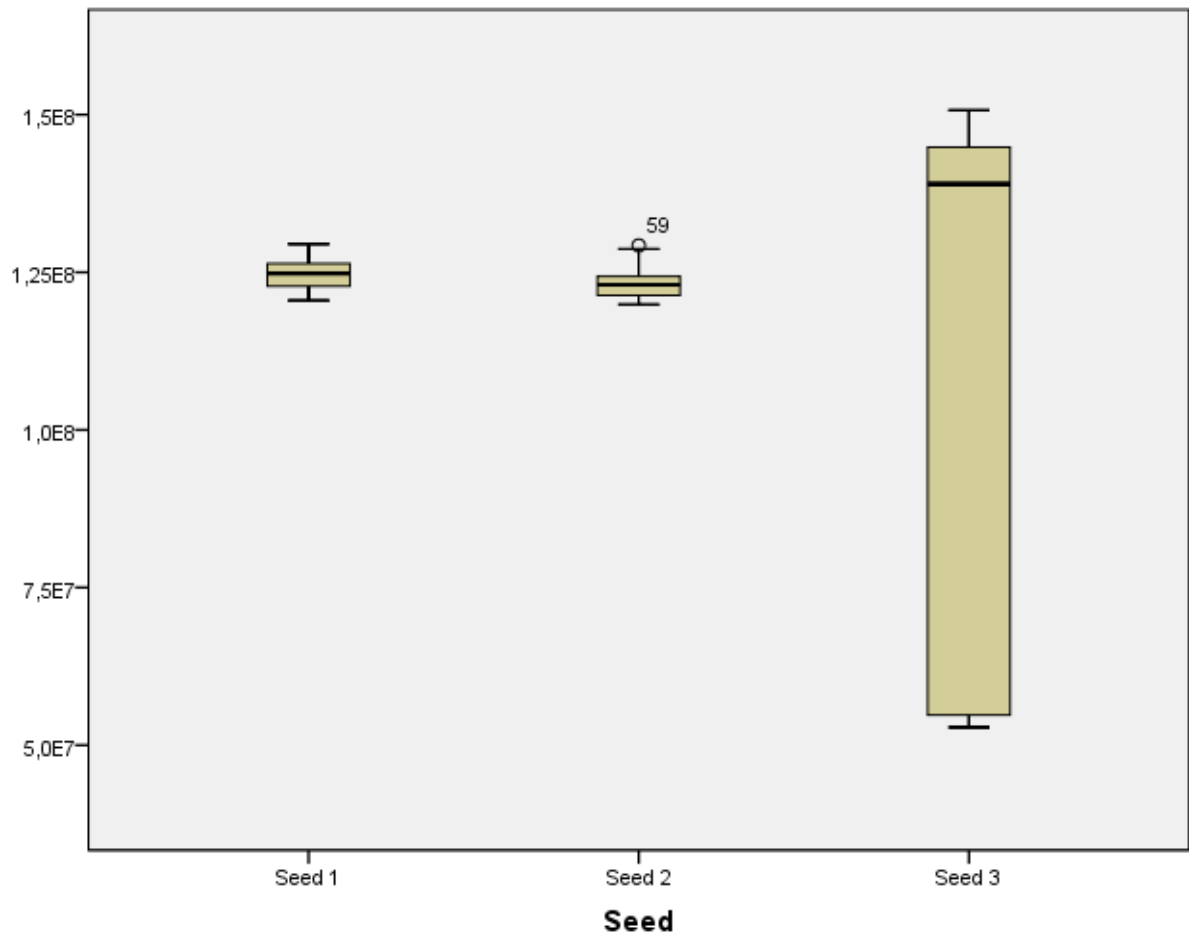
	Seed			Estadístico
Revenue	Seed 1	Media		1,25E8
		Intervalo de confianza para	Límite inferior	1,24E8
		la media al 95%	Límite superior	1,26E8
		Media recortada al 5%		1,25E8
		Mediana		1,25E8
		Varianza		6,381E12
		Desv. típ.		2526022,720
		Mínimo		120551278
		Máximo		129474568
		Rango		8923290
		Amplitud intercuartil		3894844
		Asimetría		,158
		Curtosis		-,929
	Seed 2	Media		1,23E8
		Intervalo de confianza para	Límite inferior	1,22E8
		la media al 95%	Límite superior	1,24E8
		Media recortada al 5%		1,23E8
		Mediana		1,23E8
		Varianza		5,445E12
		Desv. típ.		2333394,895
		Mínimo		119903065
		Máximo		129255869

	Rango		9352804
	Amplitud intercuartil		3062240
	Asimetría		,802
	Curtosis		,336
Seed 3	Media		1,01E8
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	85250790,26
		Límite superior	1,18E8
	Media recortada al 5%		1,01E8
	Mediana		1,39E8
	Varianza		2,081E15
	Desv. típ.		45622022,580
	Mínimo		52834714
	Máximo		150717743
	Rango		97883029
	Amplitud intercuartil		90177121
	Asimetría		-,059
	Curtosis		-2,117

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Revenue	Seed 1	Media	453687,074
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,421
		Curtosis	,821
	Seed 2	Media	400173,923
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	

	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,403
	Curtosis	,788
Seed 3	Media	7941774,751
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,409
	Curtosis	,798



Interest

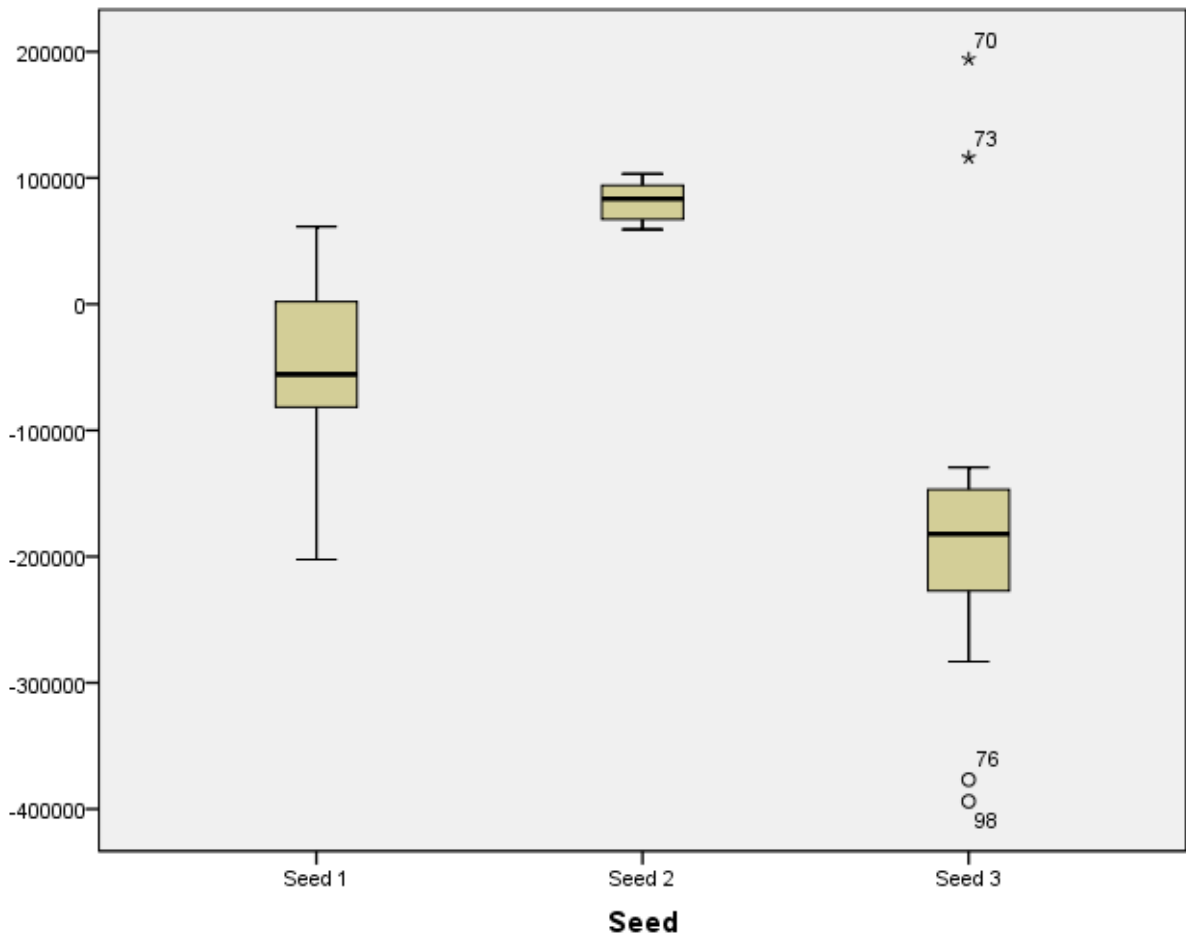
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Interest	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

	Seed		Estadístico	Error típ.
Interest	Seed 1	Media	-49798,13	11491,700
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-73267,31 -26328,95
		Media recortada al 5%	-47853,78	
		Mediana	-55561,00	
		Varianza	4,094E9	
		Desv. típ.	63983,077	
		Mínimo	-202284	
		Máximo	61416	
		Rango	263700	
		Amplitud intercuartil	89167	
		Asimetría	-,227	,421
		Curtosis	,139	,821
	Seed 2	Media	81076,26	2464,894
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	76061,40 86091,13
		Media recortada al 5%	81062,51	
		Mediana	83448,50	
		Varianza	2,066E8	
		Desv. típ.	14372,677	
		Mínimo	59201	
		Máximo	103216	
		Rango	44015	

	Amplitud intercuartil		27374	
	Asimetría		-,025	,403
	Curtosis		-1,416	,788
Seed 3	Media		-179784,58	18691,509
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-217857,93	
		Límite superior	-141711,22	
	Media recortada al 5%		-187331,47	
	Mediana		-182049,00	
	Varianza		1,153E10	
	Desv. típ.		107374,543	
	Mínimo		-393892	
	Máximo		194122	
	Rango		588014	
	Amplitud intercuartil		85590	
	Asimetría		1,556	,409
	Curtosis		5,532	,798



Material

Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Material	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

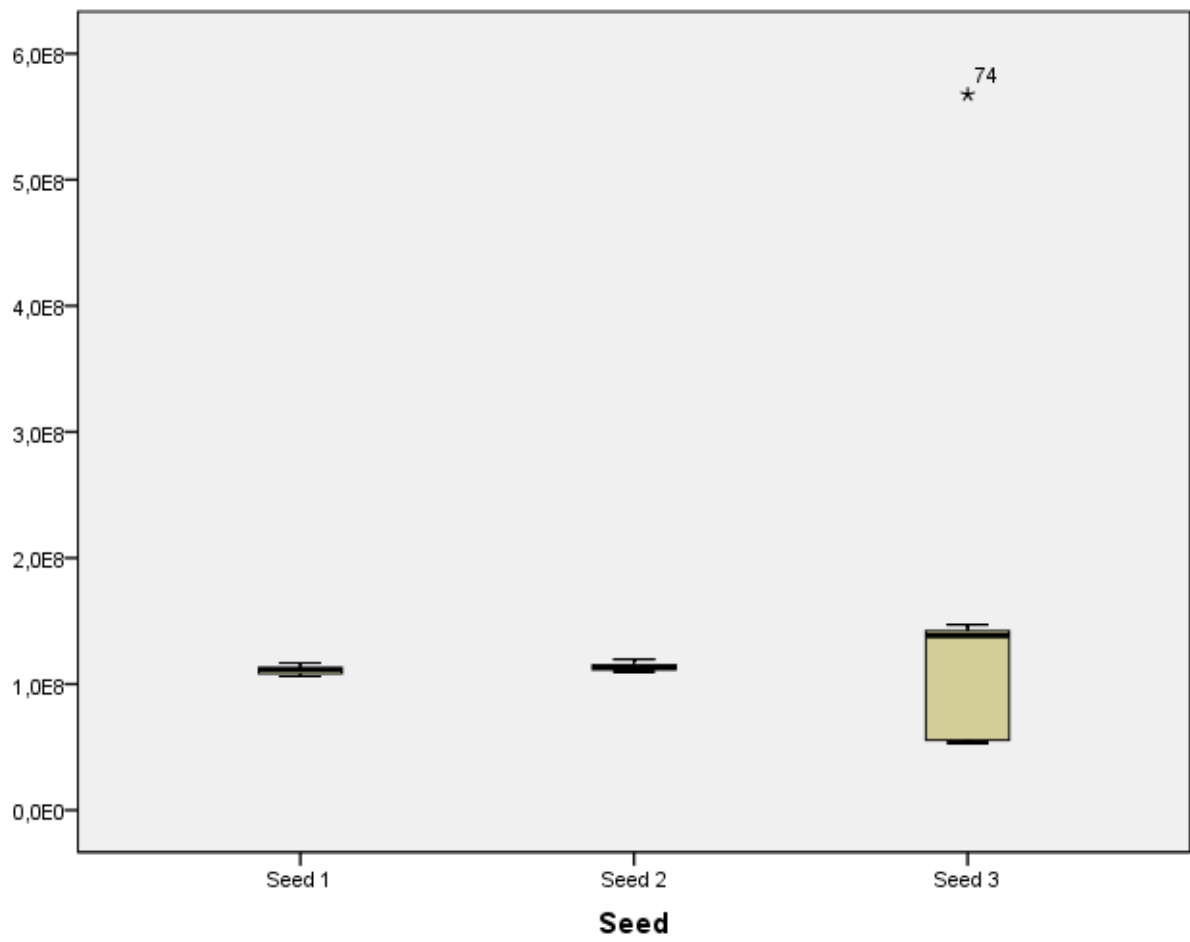
		Seed	Estadístico
Material	Seed 1	Media	1,11E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 1,10E8 Límite superior 1,12E8
		Media recortada al 5%	1,11E8
		Mediana	1,12E8
		Varianza	8,720E12
		Desv. típ.	2953028,141
		Mínimo	106013580
		Máximo	116764793
		Rango	10751213
		Amplitud intercuartil	4619234
		Asimetría	,123
		Curtosis	-,848
	Seed 2	Media	1,14E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 1,13E8 Límite superior 1,14E8
		Media recortada al 5%	1,13E8
		Mediana	1,13E8
		Varianza	6,808E12
		Desv. típ.	2609134,013
		Mínimo	109843335
		Máximo	119677684
		Rango	9834349

	Amplitud intercuartil		3682063
	Asimetría		,735
	Curtosis		,129
Seed 3	Media		1,16E8
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	83111436,55
		Límite superior	1,48E8
	Media recortada al 5%		1,03E8
	Mediana		1,38E8
	Varianza		8,435E15
	Desv. típ.		91841308,429
	Mínimo		53503584
	Máximo		567575824
	Rango		514072240
	Amplitud intercuartil		86777967
	Asimetría		3,838
	Curtosis		18,903

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Material	Seed 1	Media	530379,511
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,421
		Curtosis	,821
	Seed 2	Media	447462,792
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	

	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,403
	Curtosis	,788
Seed 3	Media	15987519,691
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,409
	Curtosis	,798



Storage

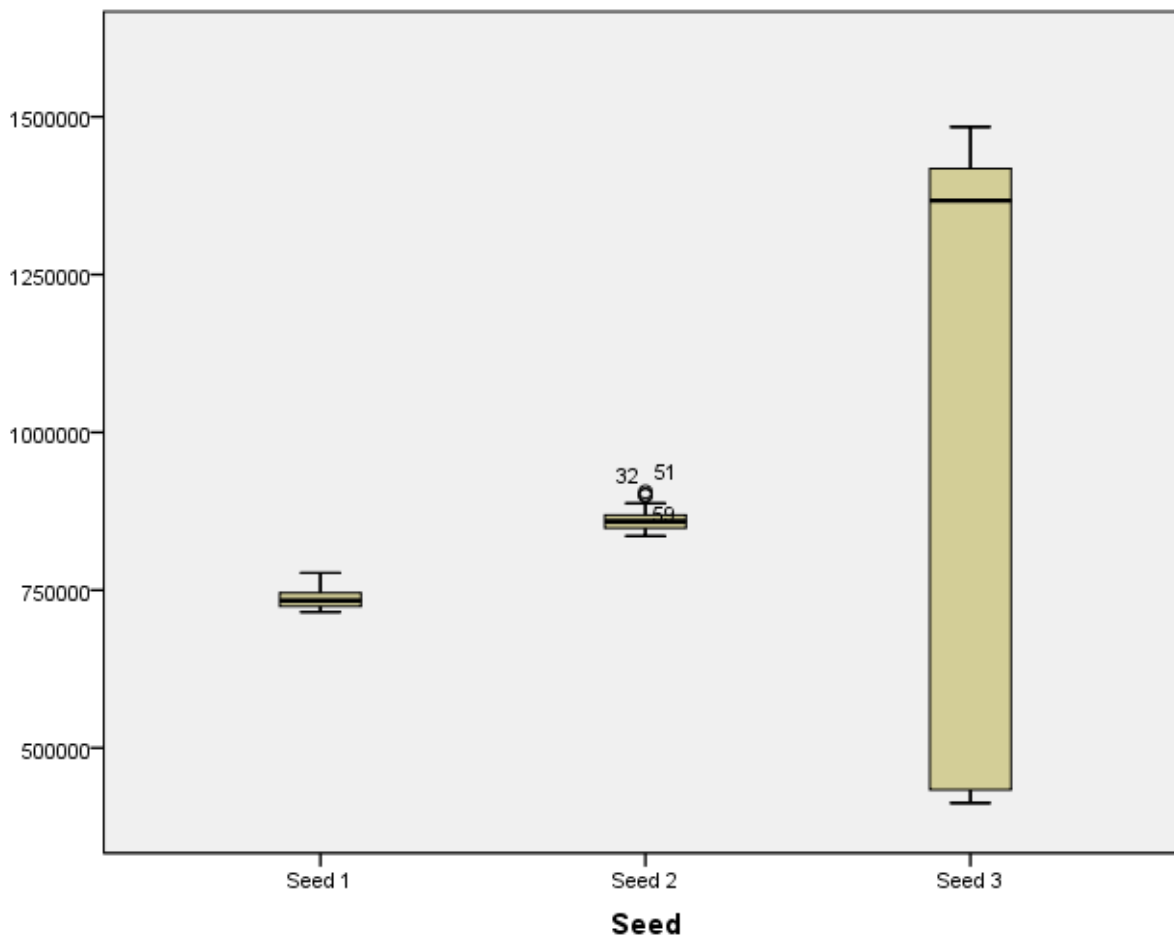
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Storage	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

		Seed	Estadístico	Error típ.
Storage	Seed 1	Media	735935,58	2674,086
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	730474,37 741396,79
		Media recortada al 5%	734984,02	
		Mediana	733535,00	
		Varianza	2,217E8	
		Desv. típ.	14888,683	
		Mínimo	715146	
		Máximo	777496	
		Rango	62350	
		Amplitud intercuartil	23214	
		Asimetría	,803	,421
		Curtosis	,710	,821
	Seed 2	Media	862600,76	2958,262
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	856582,14 868619,39
		Media recortada al 5%	861680,76	
		Mediana	858942,00	
		Varianza	2,975E8	
		Desv. típ.	17249,484	
		Mínimo	835894	
		Máximo	905749	
		Rango	69855	

	Amplitud intercuartil		21062	
	Asimetría		,929	,403
	Curtosis		,591	,788
Seed 3	Media		944542,03	87486,718
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	766337,42	
		Límite superior	1122746,64	
	Media recortada al 5%		944301,90	
	Mediana		1367028,00	
	Varianza		2,526E11	
	Desv. típ.		502572,930	
	Mínimo		412751	
	Máximo		1483788	
	Rango		1071037	
	Amplitud intercuartil		985398	
	Asimetría		-,059	,409
	Curtosis		-2,120	,798



Penalty

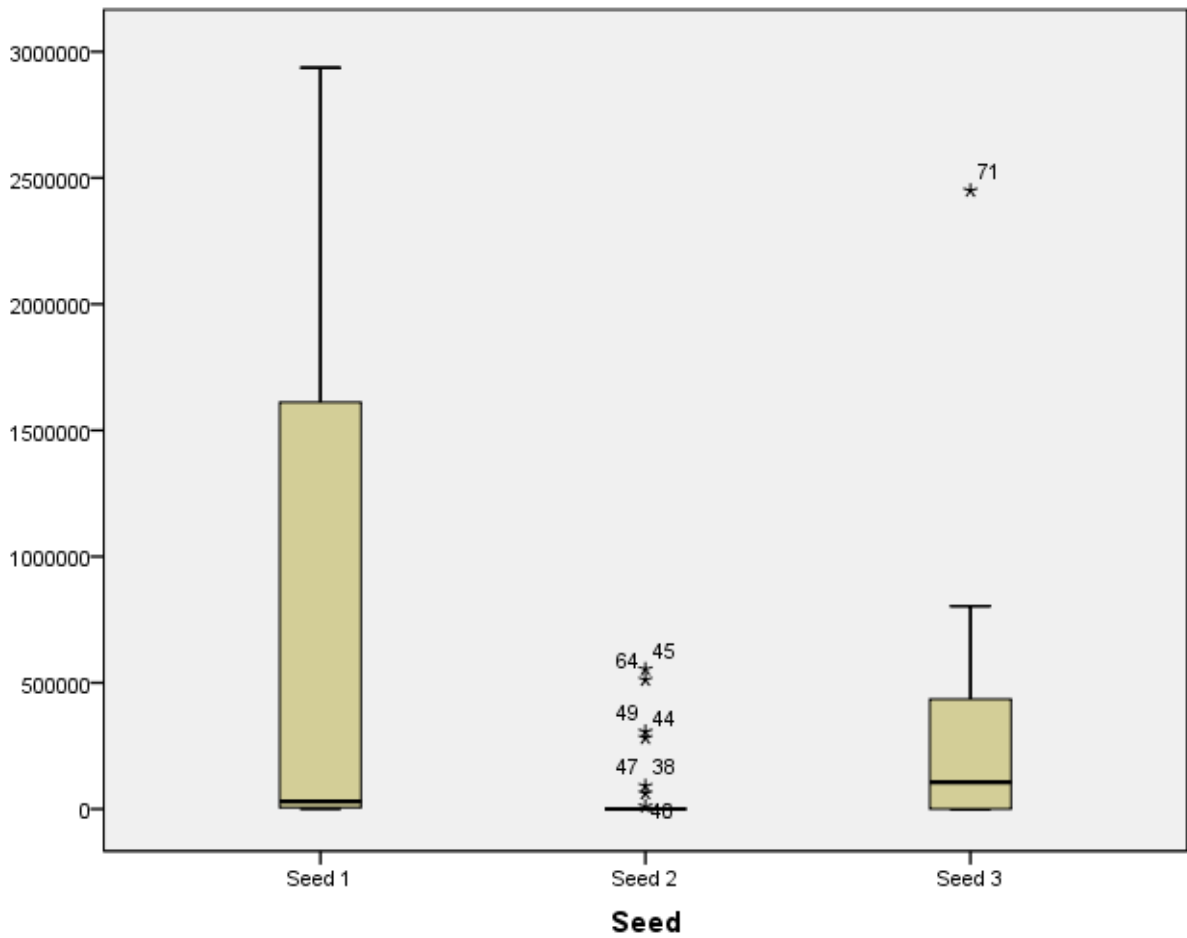
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Penalty	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

		Seed	Estadístico		Error típ.
Penalty	Seed 1	Media		711999,97	171706,189
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	361329,15	
			Límite superior	1062670,79	
		Media recortada al 5%		633393,69	
		Mediana		29592,00	
		Varianza		9,140E11	
		Desv. típ.		956019,598	
		Mínimo		979	
		Máximo		2936545	
		Rango		2935566	
		Amplitud intercuartil		1756420	
		Asimetría		,982	,421
		Curtosis		-,502	,821
		Seed 2	Seed 2	Media	
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior			4214,09	
	Límite superior			102671,20	
Media recortada al 5%				29576,60	
Mediana				,00	
Varianza				1,991E10	
Desv. típ.				141089,797	
Mínimo				0	
Máximo				553739	
Rango				553739	

	Amplitud intercuartil		0	
	Asimetría		2,814	,403
	Curtosis		7,148	,788
Seed 3	Media		273641,24	80685,324
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	109290,62	
		Límite superior	437991,87	
	Media recortada al 5%		204000,52	
	Mediana		106128,00	
	Varianza		2,148E11	
	Desv. típ.		463501,897	
	Mínimo		0	
	Máximo		2449501	
	Rango		2449501	
	Amplitud intercuartil		454804	
	Asimetría		3,455	,409
	Curtosis		15,195	,798



Result

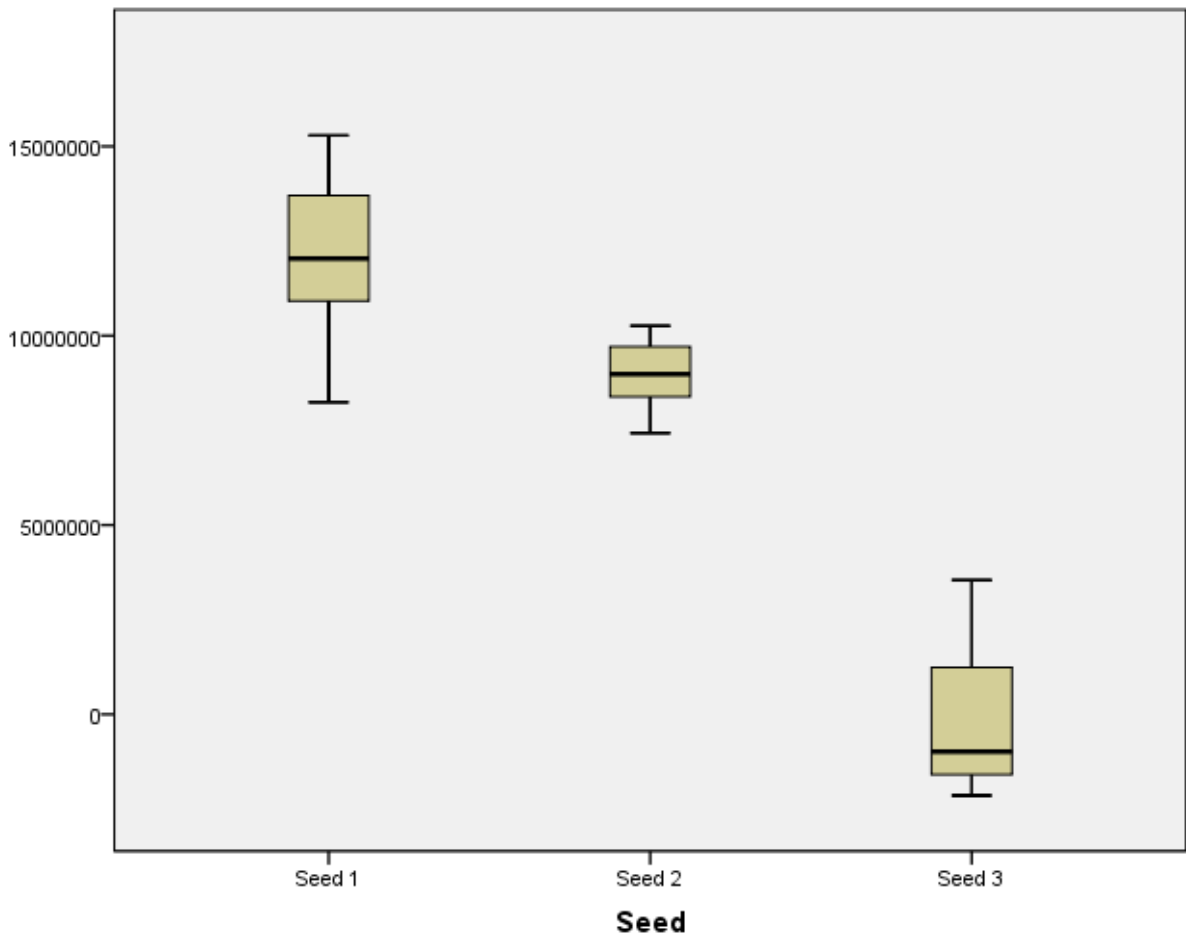
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Result	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

		Seed	Estadístico	Error típ.
Result	Seed 1	Media	12096231,42	327578,040
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	11427227,81 12765235,03
		Media recortada al 5%	12132139,28	
		Mediana	12036737,00	
		Varianza	3,327E12	
		Desv. típ.	1823877,339	
		Mínimo	8240415	
		Máximo	15290932	
		Rango	7050517	
		Amplitud intercuartil	2896574	
		Asimetría	-,155	,421
		Curtosis	-,593	,821
	Seed 2	Media	8995284,26	133265,864
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	8724152,83 9266415,70
		Media recortada al 5%	9006308,13	
		Mediana	8985532,00	
		Varianza	6,038E11	
		Desv. típ.	777066,840	
		Mínimo	7429235	
		Máximo	10262825	
		Rango	2833590	

	Amplitud intercuartil		1350789	
	Asimetría		-,160	,403
	Curtosis		-1,092	,788
Seed 3	Media		-227646,27	294904,263
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-828346,60	
		Límite superior	373054,05	
	Media recortada al 5%		-319276,16	
	Mediana		-988419,00	
	Varianza		2,870E12	
	Desv. típ.		1694096,014	
	Mínimo		-2144565	
	Máximo		3548555	
	Rango		5693120	
	Amplitud intercuartil		2854040	
	Asimetría		,736	,409
	Curtosis		-,725	,798



Orders

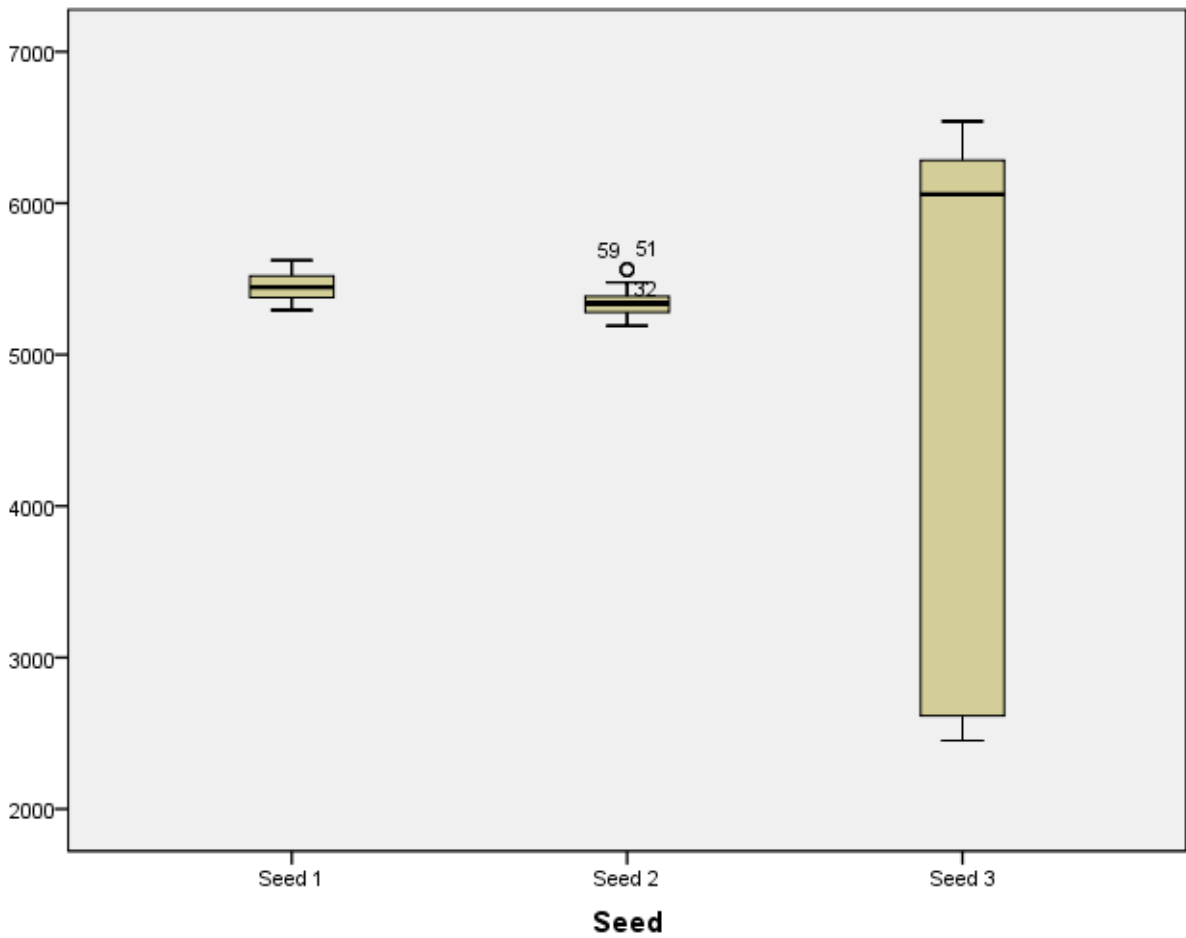
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Orders	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

	Seed			Estadístico	Error típ.
Orders	Seed 1	Media		5446,52	17,406
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	5410,97 5482,06	
		Media recortada al 5%		5445,54	
		Mediana		5445,00	
		Varianza		9392,525	
		Desv. típ.		96,915	
		Mínimo		5294	
		Máximo		5623	
		Rango		329	
		Amplitud intercuartil		153	
		Asimetría		,159	,421
		Curtosis		-1,007	,821
	Seed 2	Media		5344,85	17,182
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	5309,90 5379,81	
		Media recortada al 5%		5341,12	
		Mediana		5339,00	
		Varianza		10038,008	
		Desv. típ.		100,190	
		Mínimo		5190	
		Máximo		5564	
		Rango		374	

	Amplitud intercuartil		113	
	Asimetría		,641	,403
	Curtosis		,072	,788
Seed 3	Media		4492,73	327,148
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3826,35	
		Límite superior	5159,11	
	Media recortada al 5%		4492,51	
	Mediana		6058,00	
	Varianza		3531850,205	
	Desv. típ.		1879,322	
	Mínimo		2452	
	Máximo		6541	
	Rango		4089	
	Amplitud intercuartil		3686	
	Asimetría		-,059	,409
	Curtosis		-2,117	,798



Utilization

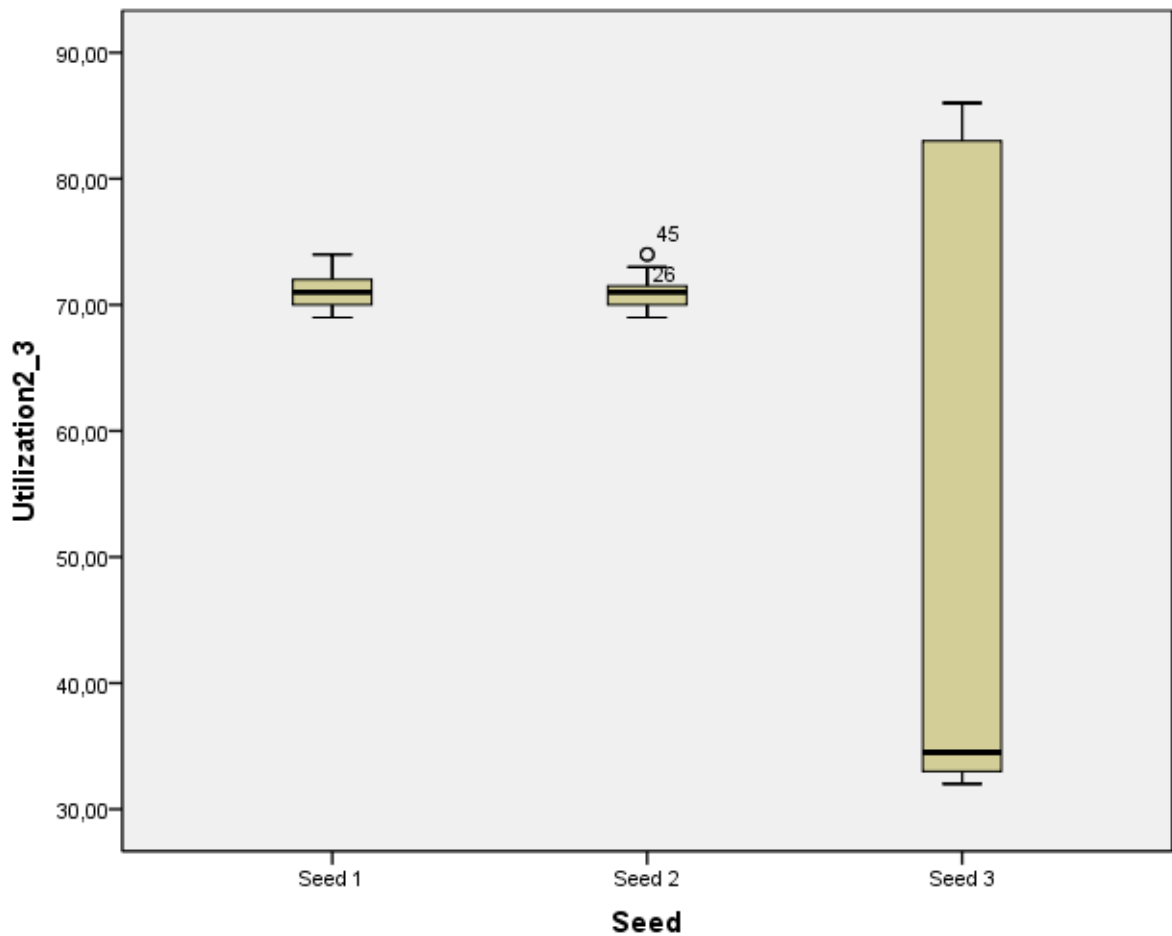
Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Utilization2_3	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

	Seed		Estadístico	Error típ.
Utilization2_3	Seed 1	Media	71,2800	,30833
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	70,6436 71,9164
		Media recortada al 5%	71,2556	
		Mediana	71,0000	
		Varianza	2,377	
		Desv. típ.	1,54164	
		Mínimo	69,00	
		Máximo	74,00	
		Rango	5,00	
		Amplitud intercuartil	2,50	
		Asimetría	,081	,464
		Curtosis	-,907	,902
	Seed 2	Media	70,7917	,30084
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	70,1693 71,4140
		Media recortada al 5%	70,7130	
		Mediana	71,0000	
		Varianza	2,172	
		Desv. típ.	1,47381	
		Mínimo	69,00	
		Máximo	74,00	
		Rango	5,00	
		Amplitud intercuartil	1,75	

	Asimetría		,747	,472
	Curtosis		,107	,918
Seed 3	Media		56,0000	5,16854
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	45,3081	
		Límite superior	66,6919	
	Media recortada al 5%		55,6759	
	Mediana		34,5000	
	Varianza		641,130	
	Desv. típ.		25,32055	
	Mínimo		32,00	
	Máximo		86,00	
	Rango		54,00	
	Amplitud intercuartil		50,00	
	Asimetría		,182	,472
	Curtosis		-2,140	,918



Missed

Resumen del procesamiento de los casos

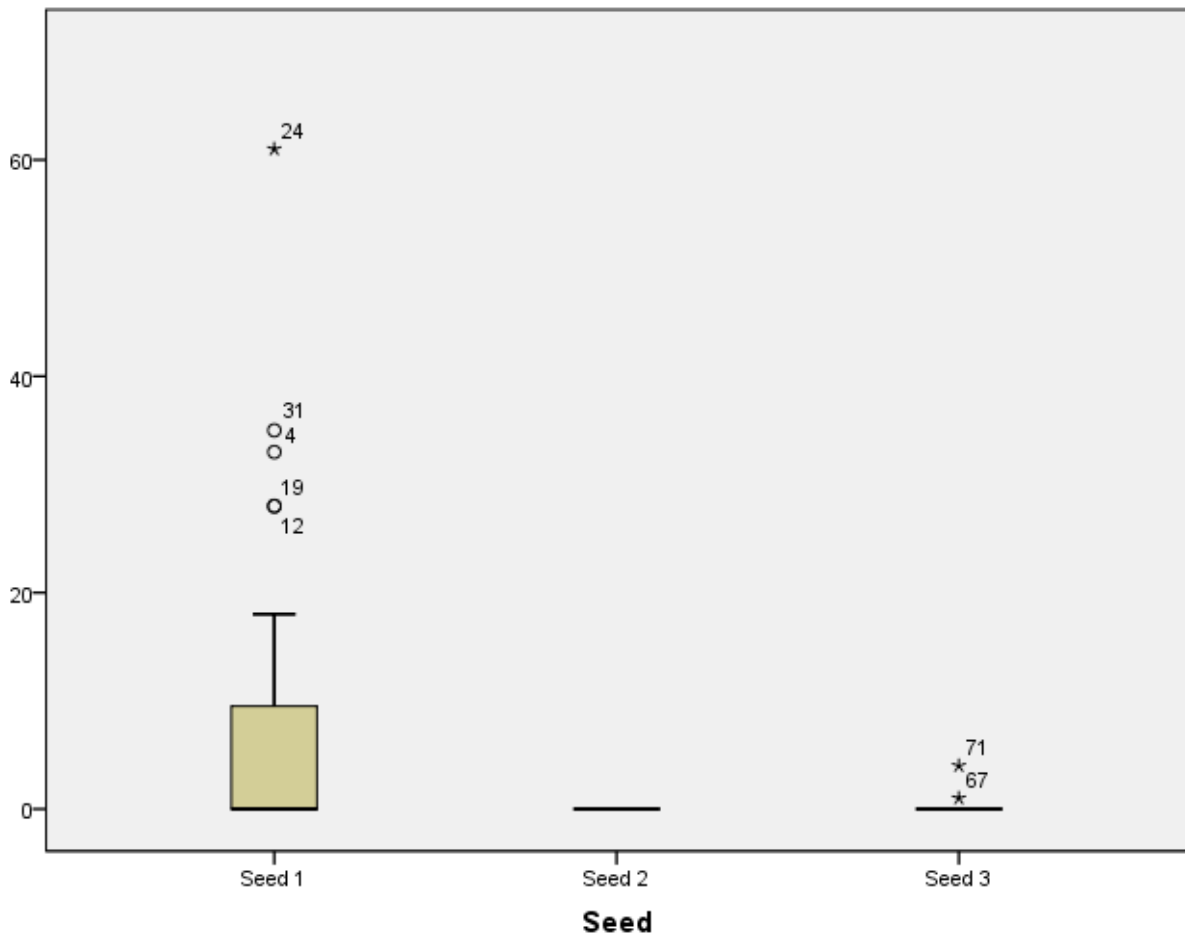
	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Missed	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos^a

	Seed		Estadístico	Error típ.
Missed	Seed 1	Media	7,58	2,648
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	2,17 12,99
		Media recortada al 5%	5,55	
		Mediana	,00	
		Varianza	217,318	
		Desv. típ.	14,742	
		Mínimo	0	
		Máximo	61	
		Rango	61	
		Amplitud intercuartil	13	
		Asimetría	2,206	,421
		Curtosis	4,918	,821
	Seed 3	Media	,15	,124
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-,10 ,40
		Media recortada al 5%	,01	
		Mediana	,00	
		Varianza	,508	
		Desv. típ.	,712	
		Mínimo	0	
		Máximo	4	

Rango	4	
Amplitud intercuartil	0	
Asimetría	5,290	,409
Curtosis	28,876	,798

a. Missed es una constante cuando Seed = Seed 2 y se ha desestimado.



Late

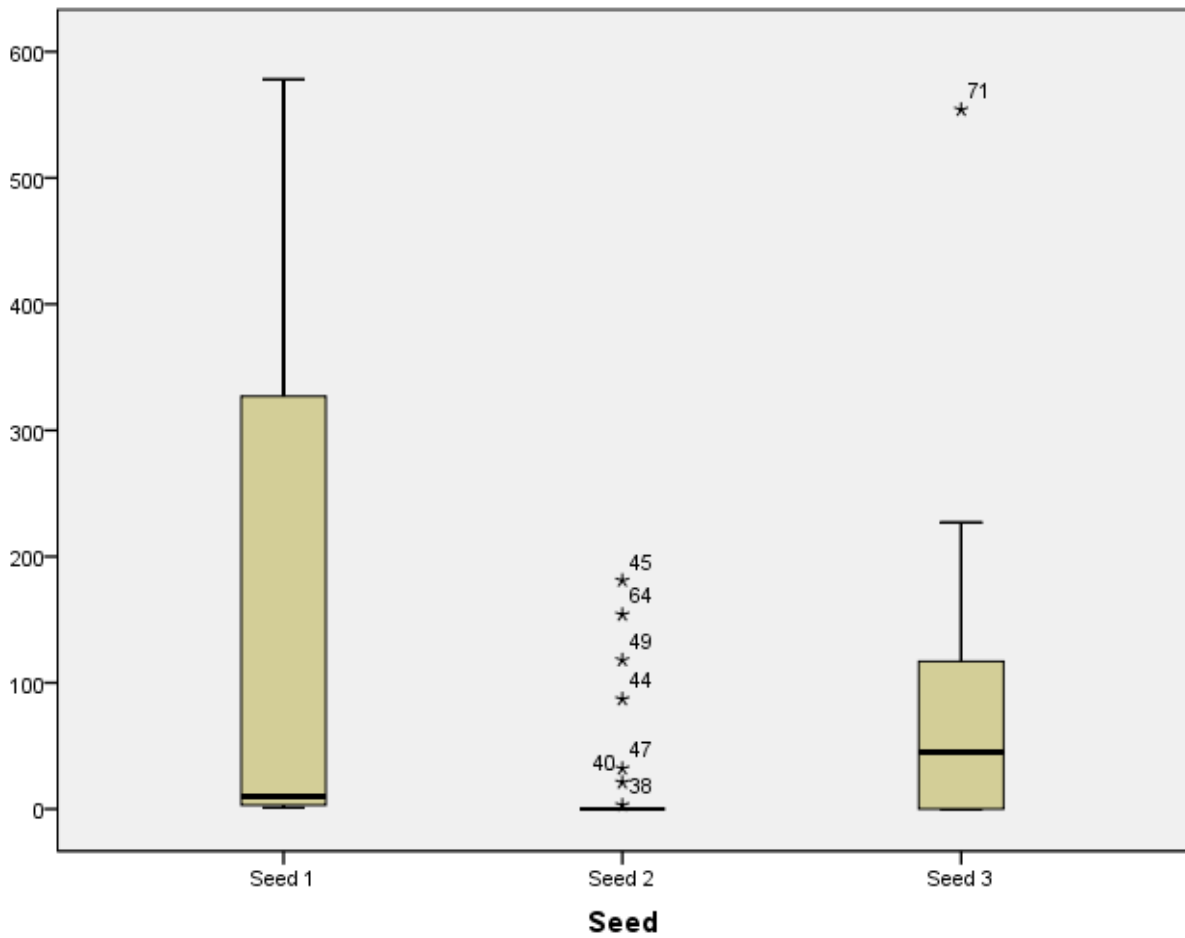
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Late	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

		Seed	Estadístico	Error típ.
Late	Seed 1	Media	152,00	34,211
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	82,13 221,87
		Media recortada al 5%	138,73	
		Mediana	10,00	
		Varianza	36282,933	
		Desv. típ.	190,481	
		Mínimo	1	
		Máximo	578	
		Rango	577	
		Amplitud intercuartil	342	
		Asimetría	,811	,421
		Curtosis	-,894	,821
	Seed 2	Media	17,53	7,842
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	1,58 33,48
		Media recortada al 5%	10,04	
		Mediana	,00	
		Varianza	2090,802	
		Desv. típ.	45,725	
		Mínimo	0	
		Máximo	181	
		Rango	181	

	Amplitud intercuartil		0	
	Asimetría		2,733	,403
	Curtosis		6,592	,788
Seed 3	Media		75,12	18,750
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	36,93	
		Límite superior	113,31	
	Media recortada al 5%		59,85	
	Mediana		45,00	
	Varianza		11601,797	
	Desv. típ.		107,712	
	Mínimo		0	
	Máximo		554	
	Rango		554	
	Amplitud intercuartil		123	
	Asimetría		2,930	,409
	Curtosis		11,751	,798



Venta Low End

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Venta Low End	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos

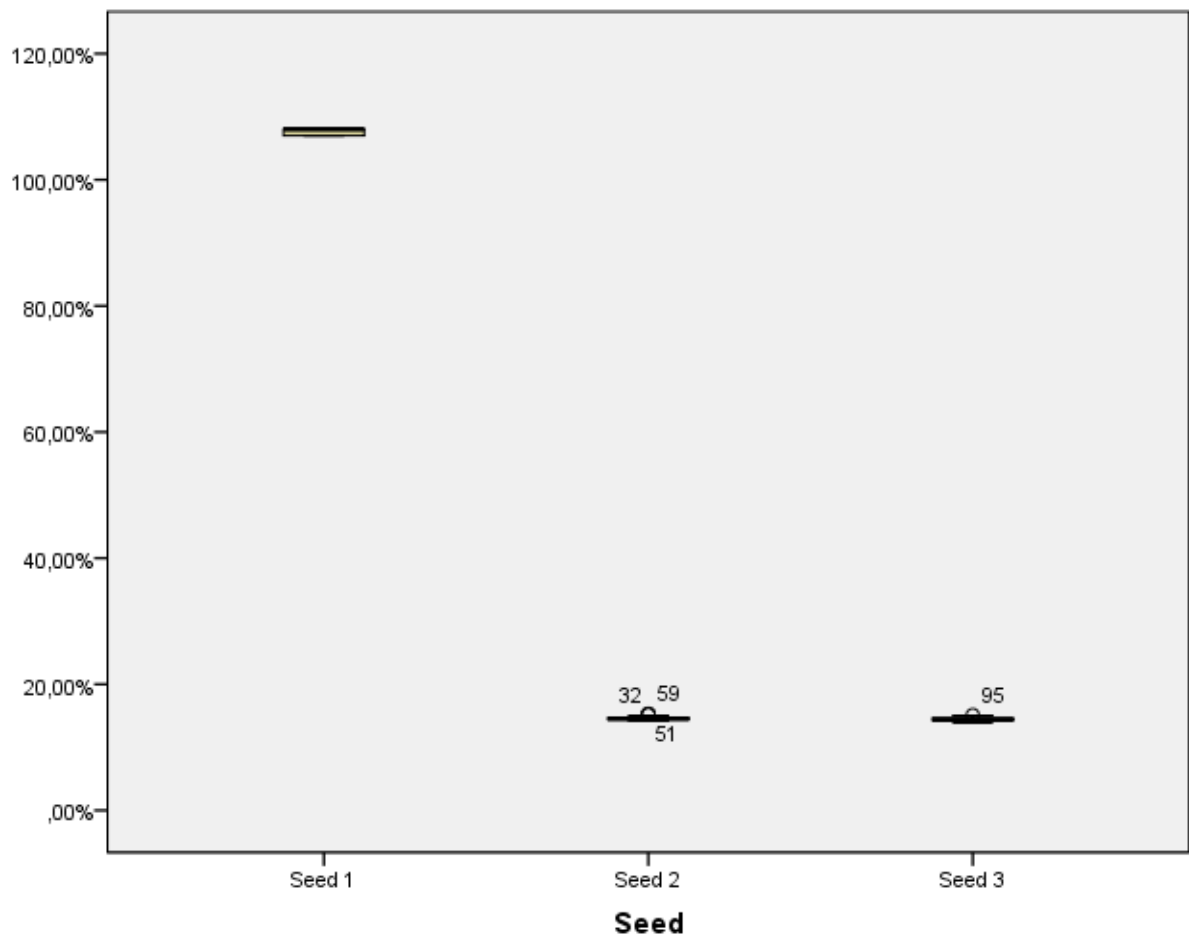
	Seed			Estadístico
Venta Low End	Seed 1	Media		107,7097%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	107,5404%
			Límite superior	107,8789%
		Media recortada al 5%		107,7330%
		Mediana		108,0000%
		Varianza		,213
		Desv. típ.		,46141%
		Mínimo		107,00%
		Máximo		108,00%
		Rango		1,00%
		Amplitud intercuartil		1,00%
		Asimetría		-,972
		Curtosis		-1,134
	Seed 2	Media		14,6118%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	14,5113%
			Límite superior	14,7122%
		Media recortada al 5%		14,5964%
		Mediana		14,5500%
		Varianza		,083
		Desv. típ.		,28790%
		Mínimo		14,20%
		Máximo		15,30%
		Rango		1,10%

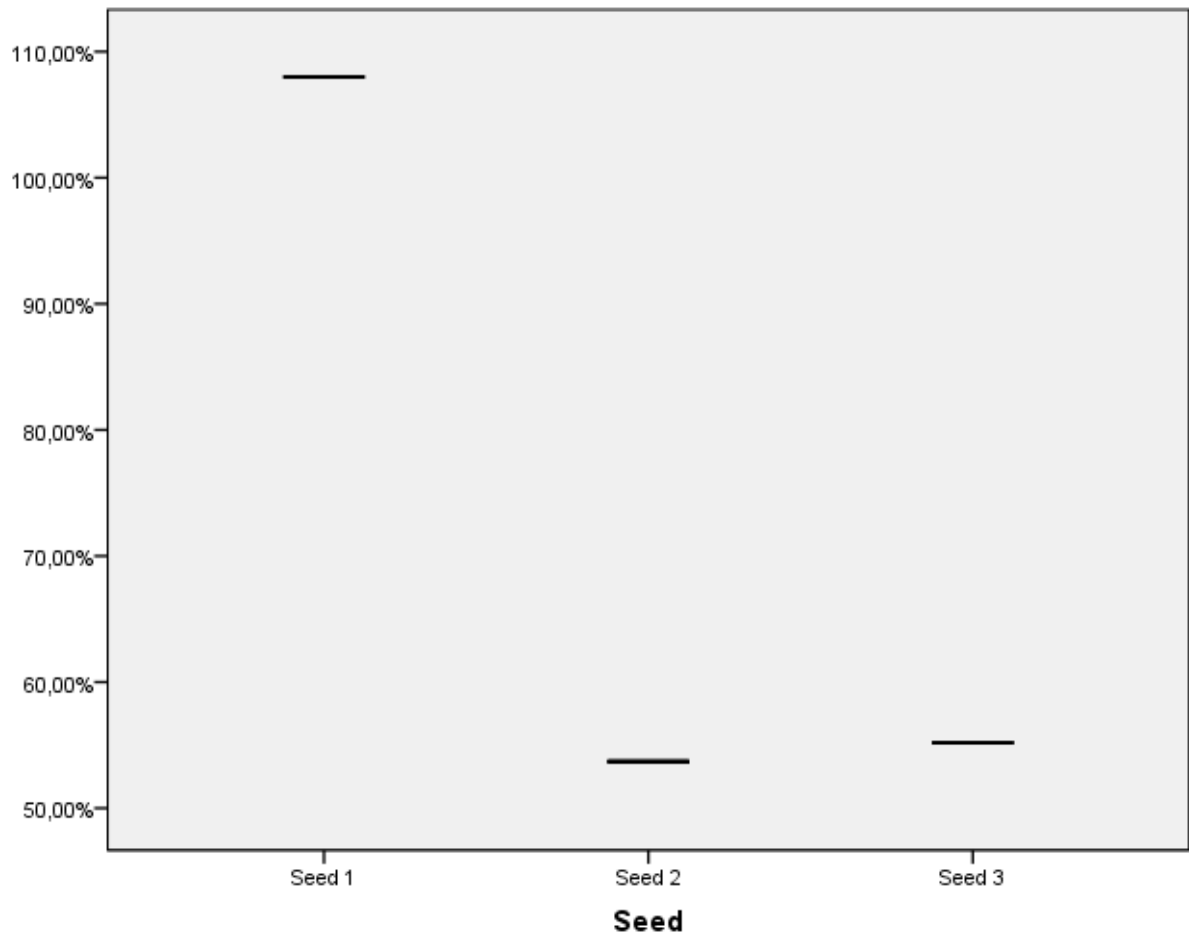
	Amplitud intercuartil		,33%
	Asimetría		,911
	Curtosis		,456
Seed 3	Media		14,4758%
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	14,3862%
		Límite superior	14,5653%
	Media recortada al 5%		14,4675%
	Mediana		14,4000%
	Varianza		,064
	Desv. típ.		,25253%
	Mínimo		14,00%
	Máximo		15,10%
	Rango		1,10%
	Amplitud intercuartil		,30%
	Asimetría		,725
	Curtosis		,507

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Venta Low End	Seed 1	Media	,08287%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,421
		Curtosis	,821
	Seed 2	Media	,04937%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	

	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,403
	Curtosis	,788
Seed 3	Media	,04396%
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,409
	Curtosis	,798





Venta High End

Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Venta High End	Seed 1	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
	Seed 2	34	100,0%	0	,0%	34	100,0%
	Seed 3	33	100,0%	0	,0%	33	100,0%

Descriptivos^{a,b}

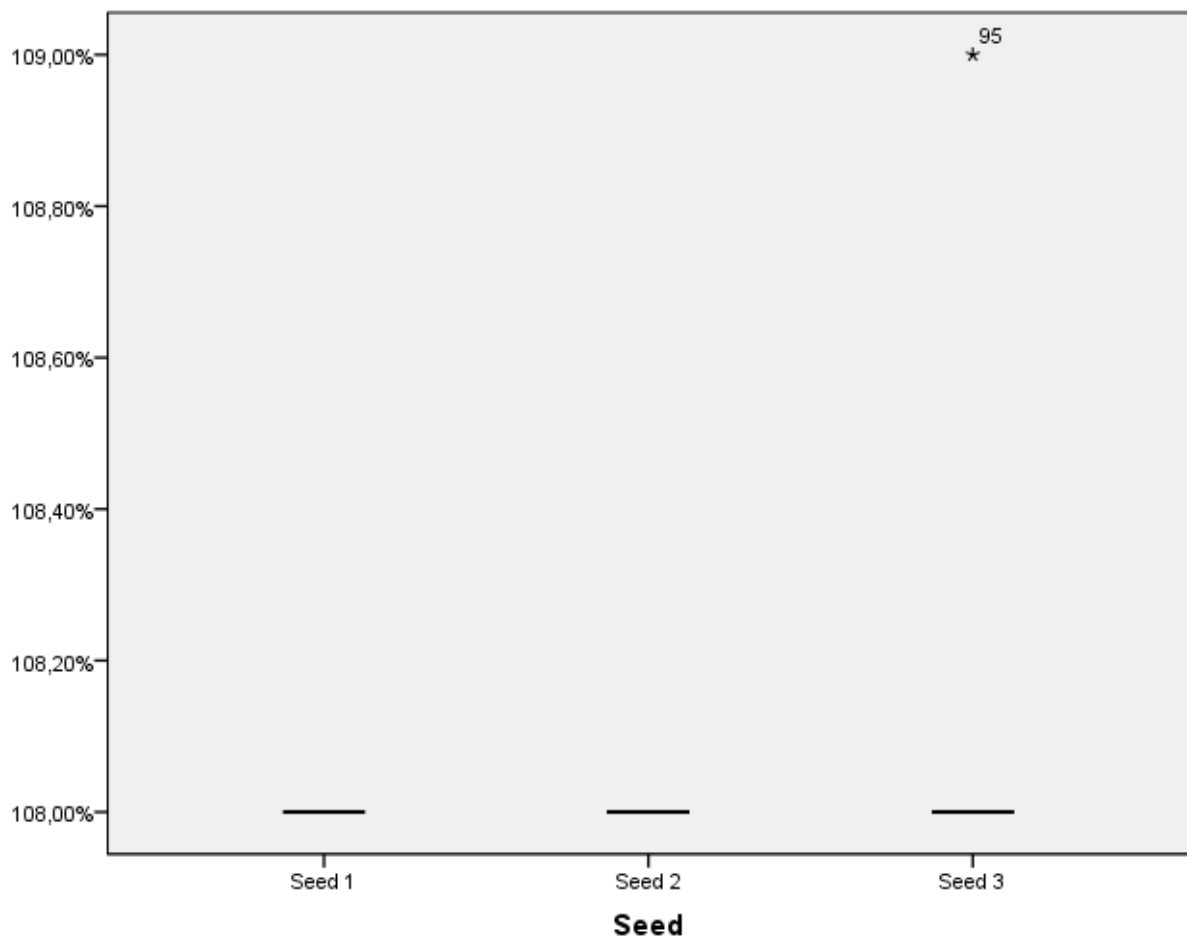
	Seed			Estadístico
Venta High End	Seed 3	Media		108,0303%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	107,9686% 108,0920%
		Media recortada al 5%		108,0000%
		Mediana		108,0000%
		Varianza		,030
		Desv. típ.		,17408%
		Mínimo		108,00%
		Máximo		109,00%
		Rango		1,00%
		Amplitud intercuartil		,00%
		Asimetría		5,745
		Curtosis		33,000

Descriptivos^{a,b}

	Seed			Error típ.
Venta High End	Seed 3	Media		,03030%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	
		Media recortada al 5%		
		Mediana		
		Varianza		
		Desv. típ.		

Mínimo	
Máximo	
Rango	
Amplitud intercuartil	
Asimetría	,409
Curtosis	,798

- a. Venta High End es una constante cuando Seed = Seed 1 y se ha desestimado.
- b. Venta High End es una constante cuando Seed = Seed 2 y se ha desestimado.



Preu Pintel 2GHZ

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Válidos		Perdidos
		N	Porcentaje	N
Preu Pintel 2 GHZ	Seed 1	31	100,0%	0
	Seed 2	34	100,0%	0
	Seed 3	33	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Perdidos	Total	
		Porcentaje	N	Porcentaje
Preu Pintel 2 GHZ	Seed 1	,0%	31	100,0%
	Seed 2	,0%	34	100,0%
	Seed 3	,0%	33	100,0%

Descriptivos

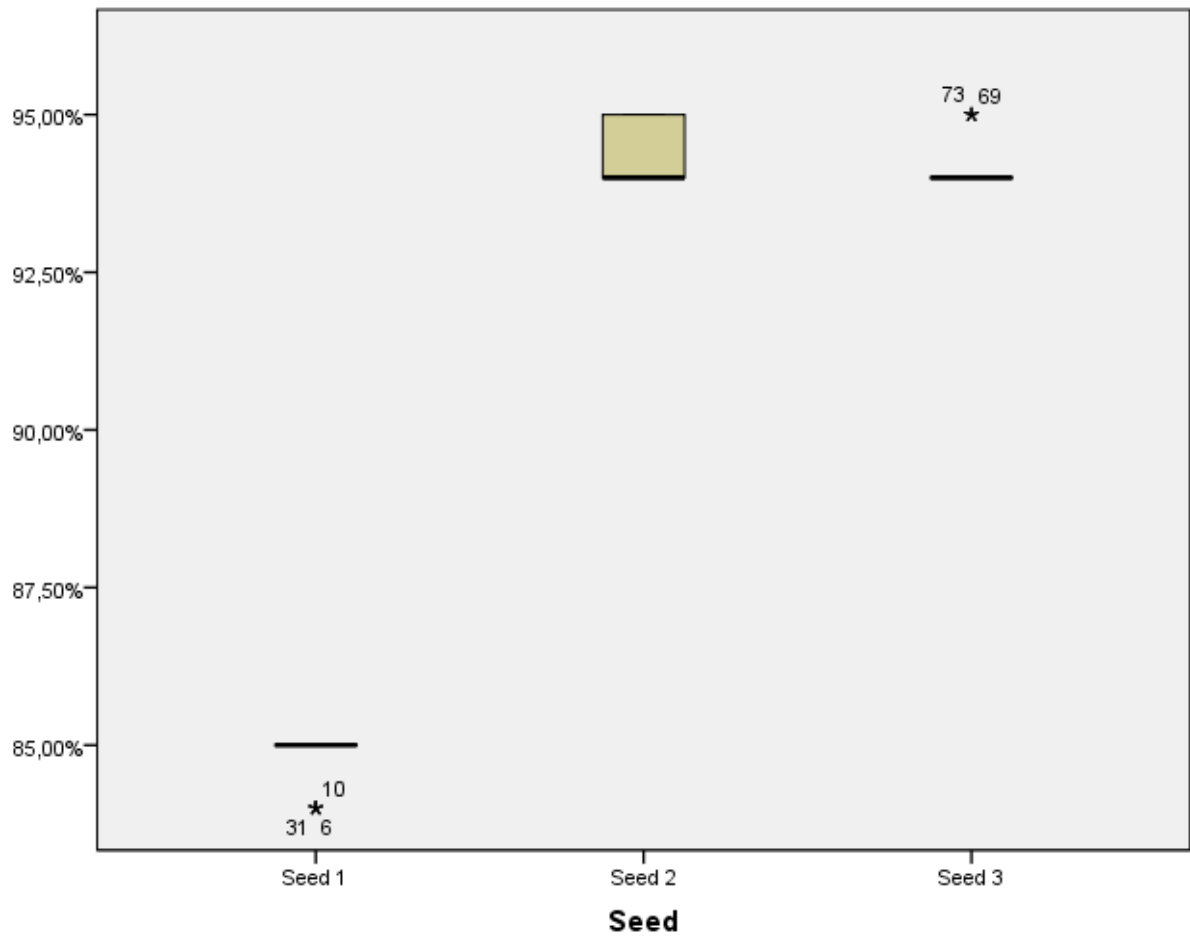
	Seed			Estadístico
Preu Pintel 2 GHZ	Seed 1	Media		84,8710%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	84,7460%
			Límite superior	84,9960%
		Media recortada al 5%		84,9122%
		Mediana		85,0000%
		Varianza		,116
		Desv. típ.		,34078%
		Mínimo		84,00%
		Máximo		85,00%
		Rango		1,00%
		Amplitud intercuartil		,00%
		Asimetría		-2,327
		Curtosis		3,648
	Seed 2	Media		94,4412%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	94,2653%
			Límite superior	94,6170%

	Media recortada al 5%		94,4346%
	Mediana		94,0000%
	Varianza		,254
	Desv. típ.		,50399%
	Mínimo		94,00%
	Máximo		95,00%
	Rango		1,00%
	Amplitud intercuartil		1,00%
	Asimetría		,248
	Curtosis		-2,064
Seed 3	Media		94,0909%
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	93,9874%
	la media al 95%	Límite superior	94,1944%
	Media recortada al 5%		94,0455%
	Mediana		94,0000%
	Varianza		,085
	Desv. típ.		,29194%
	Mínimo		94,00%
	Máximo		95,00%
	Rango		1,00%
	Amplitud intercuartil		,00%
	Asimetría		2,983
	Curtosis		7,343

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Preu Pintel 2 GHZ	Seed 1	Media	,06121%
		Intervalo de confianza para	Límite inferior
		la media al 95%	Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	

	Asimetría		,421
	Curtosis		,821
Seed 2	Media		,08643%
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	
		Límite superior	
	Media recortada al 5%		
	Mediana		
	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,403
	Curtosis		,788
Seed 3	Media		,05082%
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	
		Límite superior	
	Media recortada al 5%		
	Mediana		
	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,409
	Curtosis		,798



ANOVA udgTAC3

ANOVA de Revenue

Prueba de homogeneidad de varianzas

Revenue				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
5417,365	2	95	,000	

ANOVA

Revenue					
	Suma de	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	cuadrados				
Inter-grupos	1,116E16	2	5,580E15	7,915	,001
Intra-grupos	6,697E16	95	7,050E14		
Total	7,814E16	97			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Revenue						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de			Intervalo de confianza al 95%	
		medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	1428659,079	6593721,911	,977	-14968954,10	17826272,26
	Seed 3	23294627,165*	6641197,934	,003	6778948,12	39810306,21
Seed 2	Seed 1	-1428659,079	6593721,911	,977	-17826272,26	14968954,10
	Seed 3	21865968,086*	6488364,312	,005	5730363,70	38001572,47
Seed 3	Seed 1	-23294627,165*	6641197,934	,003	-39810306,21	-6778948,12
	Seed 2	-21865968,086*	6488364,312	,005	-38001572,47	-5730363,70

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Revenue			
Scheffé ^{a,b}			
Subconjunto para alfa = 0.05			
Seed	N	1	2
Seed 3	33	1,01E8	
Seed 2	34		1,23E8
Seed 1	31		1,25E8
Sig.		1,000	,977

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 32,618.
- Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

ANOVA de Result

Prueba de homogeneidad de varianzas

Result			
Estadístico de			
Levene	gl1	gl2	Sig.
11,658	2	95	,000

ANOVA

Result					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,663E15	2	1,331E15	597,837	,000
Intra-grupos	2,116E14	95	2,227E12		
Total	2,874E15	97			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Result						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	3100947,155 [*]	370588,964	,000	2179347,10	4022547,21
	Seed 3	12323877,692 [*]	373257,273	,000	11395641,95	13252113,44
Seed 2	Seed 1	-3100947,155 [*]	370588,964	,000	-4022547,21	-2179347,10
	Seed 3	9222930,537 [*]	364667,518	,000	8316056,24	10129804,83
Seed 3	Seed 1	-12323877,692 [*]	373257,273	,000	-13252113,44	-11395641,95
	Seed 2	-9222930,537 [*]	364667,518	,000	-10129804,83	-8316056,24

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

		Result		
Scheffé ^{a,b}				
Subconjunto para alfa = 0.05				
Seed	N	1	2	3
Seed 3	33	-227646,27		
Seed 2	34		8995284,26	
Seed 1	31			12096231,42
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 32,618.

b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

ANOVA de Orders

Prueba de homogeneidad de varianzas

Orders				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
5259,602	2	95	,000	

ANOVA

Orders					
	Suma de				
	cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	17920761,948	2	8960380,974	7,491	,001
Intra-grupos	1,136E8	95	1196128,806		
Total	1,316E8	97			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Orders						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	101,663	271,597	,932	-573,76	777,09
	Seed 3	953,789*	273,553	,003	273,50	1634,07
Seed 2	Seed 1	-101,663	271,597	,932	-777,09	573,76
	Seed 3	852,126*	267,258	,008	187,50	1516,76
Seed 3	Seed 1	-953,789*	273,553	,003	-1634,07	-273,50
	Seed 2	-852,126*	267,258	,008	-1516,76	-187,50

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Orders			
Scheffé ^{a,b}			
Subconjunto para alfa = 0.05			
Seed	N	1	2
Seed 3	33	4492,73	
Seed 2	34		5344,85
Seed 1	31		5446,52
Sig.		1,000	,932

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 32,618.
- Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

ANOVA de Utilization

Prueba de homogeneidad de varianzas

Utilization2				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
4835,224	2	95	,000	

ANOVA

Utilization2					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3205,636	2	1602,818	7,430	,001
Intra-grupos	20493,343	95	215,719		
Total	23698,980	97			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Utilization2						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de			Intervalo de confianza al 95%	
		medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	,61385	3,64738	,986	-8,4566	9,6843
	Seed 3	12,41153*	3,67364	,005	3,2757	21,5473
Seed 2	Seed 1	-,61385	3,64738	,986	-9,6843	8,4566
	Seed 3	11,79768*	3,58910	,006	2,8721	20,7232
Seed 3	Seed 1	-12,41153*	3,67364	,005	-21,5473	-3,2757
	Seed 2	-11,79768*	3,58910	,006	-20,7232	-2,8721

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Utilization2

Scheffé^{a,b}

Seed	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Seed 3	33	58,8788	
Seed 2	34		70,6765
Seed 1	31		71,2903
Sig.		1,000	,986

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 32,618.
- Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

ANOVA de Material

Prueba de homogeneidad de varianzas

Material				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
16,448	2	95	,000	

ANOVA

Material					
	Suma de	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	cuadrados				
Inter-grupos	3,308E14	2	1,654E14	,058	,944
Intra-grupos	2,704E17	95	2,846E15		
Total	2,707E17	97			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Material						
Scheffé						
(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	-2393904,541	13248858,721	,984	-35341860,70	30554051,61
	Seed 3	-4548662,614	13344252,966	,944	-37733850,18	28636524,95
Seed 2	Seed 1	2393904,541	13248858,721	,984	-30554051,61	35341860,70
	Seed 3	-2154758,073	13037162,208	,986	-34576256,25	30266740,10
Seed 3	Seed 1	4548662,614	13344252,966	,944	-28636524,95	37733850,18
	Seed 2	2154758,073	13037162,208	,986	-30266740,10	34576256,25

Subconjuntos homogéneos

Material

Scheffé^{a,b}

Subconjunto para alfa = 0.05		
Seed	N	1
Seed 1	31	1,11E8
Seed 2	34	1,14E8
Seed 3	33	1,16E8
Sig.		,942

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 32,618.
- b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Exploratòria udgTAC4

Revenue

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Revenue Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

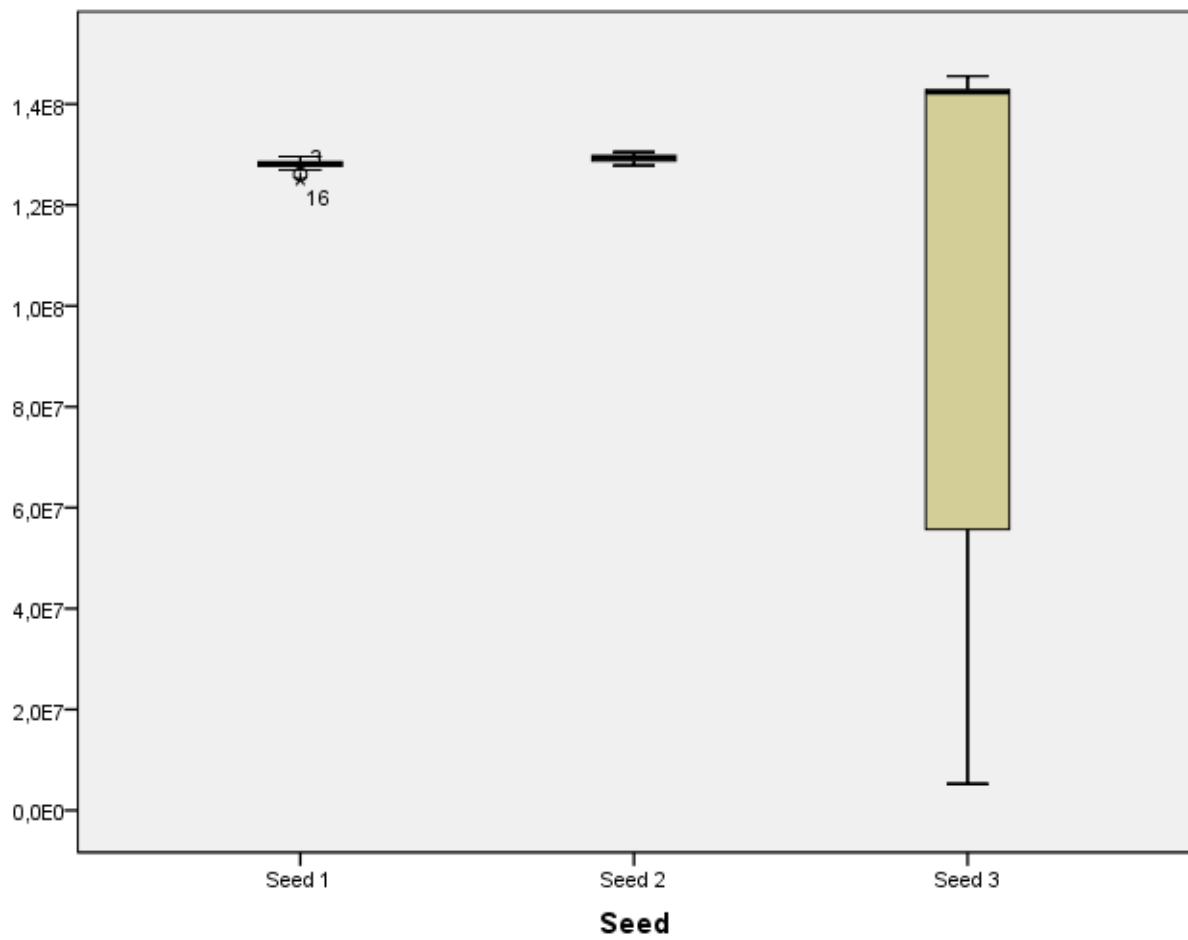
	Seed			Estadístico
Revenue Tac4	Seed 1	Media		1,28E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	1,28E8 1,28E8
		Media recortada al 5%		1,28E8
		Mediana		1,28E8
		Varianza		1,022E12
		Desv. típ.		1011044,756
		Mínimo		125093887
		Máximo		129590118
		Rango		4496231
		Amplitud intercuartil		913548
		Asimetría		-1,093
		Curtosis		2,382
	Seed 2	Media		1,29E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	1,29E8 1,30E8
		Media recortada al 5%		1,29E8
		Mediana		1,29E8
		Varianza		5,658E11
		Desv. típ.		752163,701
		Mínimo		127861394
		Máximo		130513499
		Rango		2652105

	Amplitud intercuartil		1087821
	Asimetría		-,420
	Curtosis		-,679
Seed 3	Media		1,11E8
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91624806,24
		Límite superior	1,31E8
	Media recortada al 5%		1,15E8
	Mediana		1,42E8
	Varianza		2,129E15
	Desv. típ.		46144707,347
	Mínimo		5267564
	Máximo		145537715
	Rango		140270151
	Amplitud intercuartil		87354147
	Asimetría		-,936
	Curtosis		-,805

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Revenue Tac4	Seed 1	Media	202208,951
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	153534,772
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	

	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,472
	Curtosis		,918
Seed 3	Media		9419248,944
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	
		Límite superior	
	Media recortada al 5%		
	Mediana		
	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,472
	Curtosis		,918



Interest

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Interest Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

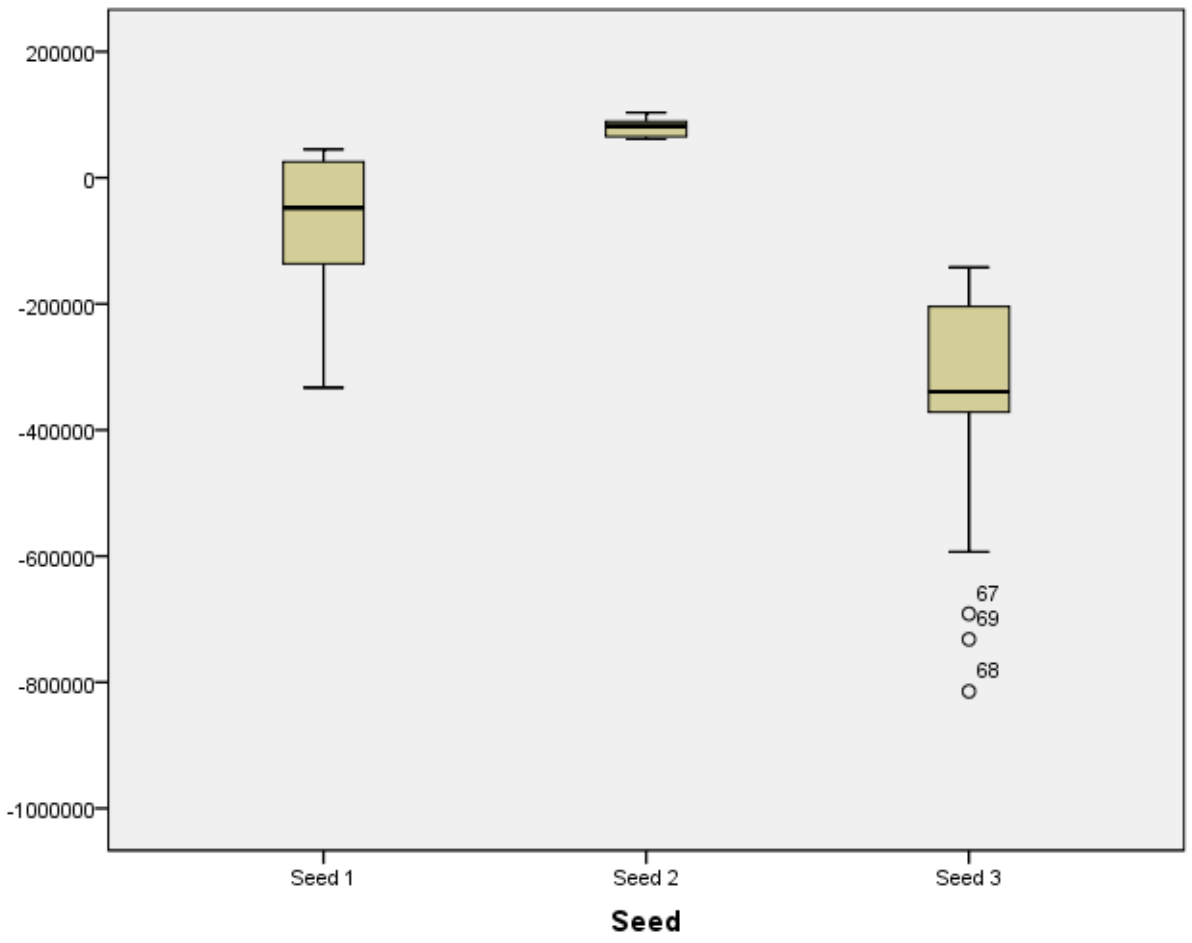
	Seed			Estadístico
Interest Tac4	Seed 1	Media		-72105,08
		Intervalo de confianza para	Límite inferior	-115358,73
		la media al 95%	Límite superior	-28851,43
		Media recortada al 5%		-64827,54
		Mediana		-47560,00
		Varianza		1,098E10
		Desv. típ.		104786,270
		Mínimo		-332702
		Máximo		44980
		Rango		377682
		Amplitud intercuartil		164081
		Asimetría		-,862
		Curtosis		,118
	Seed 2	Media		79121,79
		Intervalo de confianza para	Límite inferior	73574,82
		la media al 95%	Límite superior	84668,77
		Media recortada al 5%		78814,41
		Mediana		82120,50
		Varianza		1,726E8
		Desv. típ.		13136,303
		Mínimo		61237
		Máximo		103412
		Rango		42175

	Amplitud intercuartil		25198
	Asimetría		,044
	Curtosis		-1,327
Seed 3	Media		-351890,46
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-430104,30
		Límite superior	-273676,62
	Media recortada al 5%		-338491,19
	Mediana		-339136,00
	Varianza		3,431E10
	Desv. típ.		185225,433
	Mínimo		-814420
	Máximo		-141965
	Rango		672455
	Amplitud intercuartil		171435
	Asimetría		-1,210
	Curtosis		,957

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Interest Tac4	Seed 1	Media	20957,254
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	2681,437
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior
			Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	

	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918
Seed 3	Media	37808,983
	Intervalo de confianza para	Límite inferior
	la media al 95%	Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918



Material

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Material Tacv4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

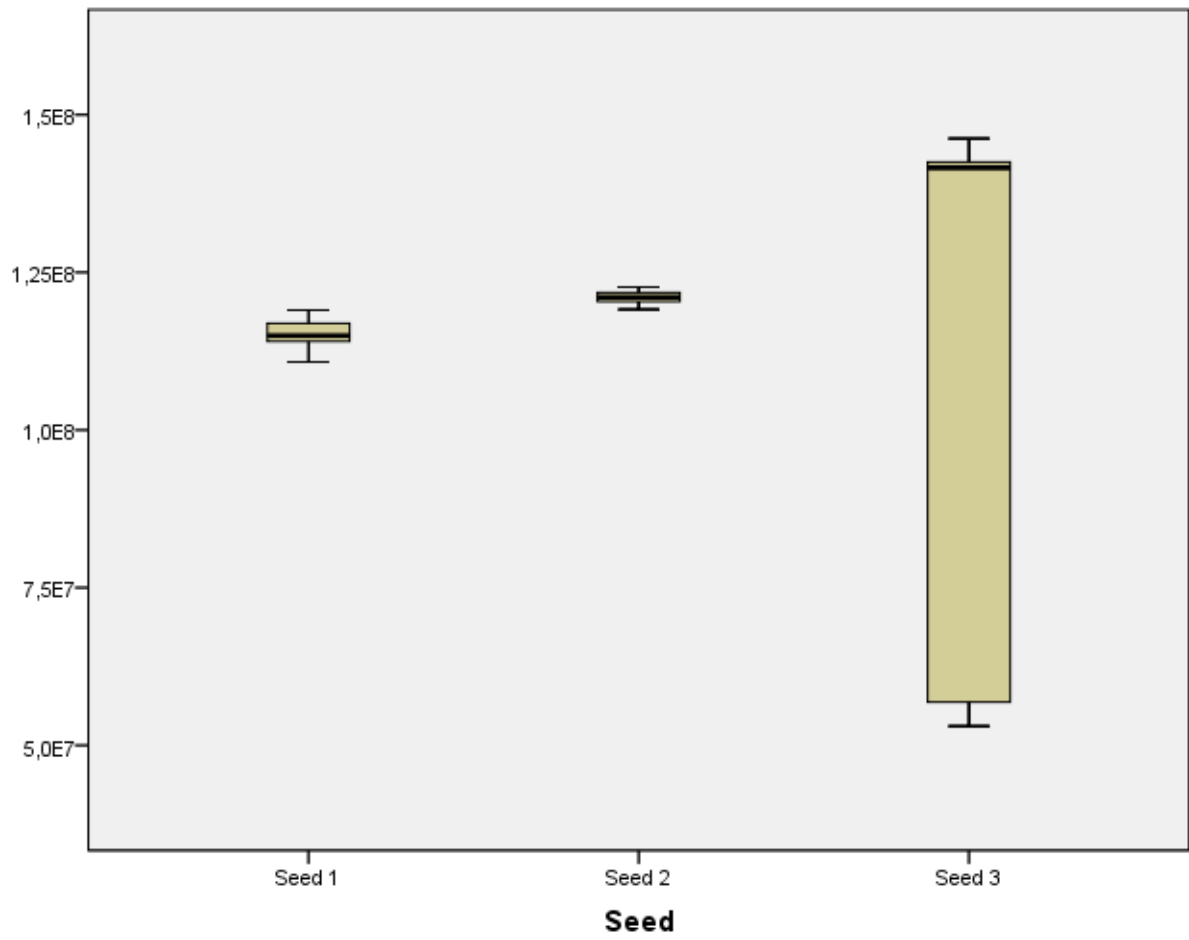
	Seed			Estadístico
Material Tacv4	Seed 1	Media		1,15E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,15E8
			Límite superior	1,16E8
		Media recortada al 5%		1,15E8
		Mediana		1,15E8
		Varianza		3,890E12
		Desv. típ.		1972288,938
		Mínimo		110774711
		Máximo		119001616
		Rango		8226905
		Amplitud intercuartil		3258431
		Asimetría		-,029
		Curtosis		-,158
	Seed 2	Media		1,21E8
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,21E8
			Límite superior	1,21E8
		Media recortada al 5%		1,21E8
		Mediana		1,21E8
		Varianza		1,022E12
		Desv. típ.		1010777,600
		Mínimo		119134400
		Máximo		122653295
		Rango		3518895
		Amplitud intercuartil		1468363

	Asimetría		-,292
	Curtosis		-,765
Seed 3	Media		1,14E8
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	95915598,45
		Límite superior	1,31E8
	Media recortada al 5%		1,15E8
	Mediana		1,42E8
	Varianza		1,737E15
	Desv. típ.		41681434,687
	Mínimo		53060533
	Máximo		146214448
	Rango		93153915
	Amplitud intercuartil		85841395
	Asimetría		-,753
	Curtosis		-1,563

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Material Tacv4	Seed 1	Media	394457,788
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	206324,114
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	

	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918
Seed 3	Media	8508187,227
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918



Storage

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Storage Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

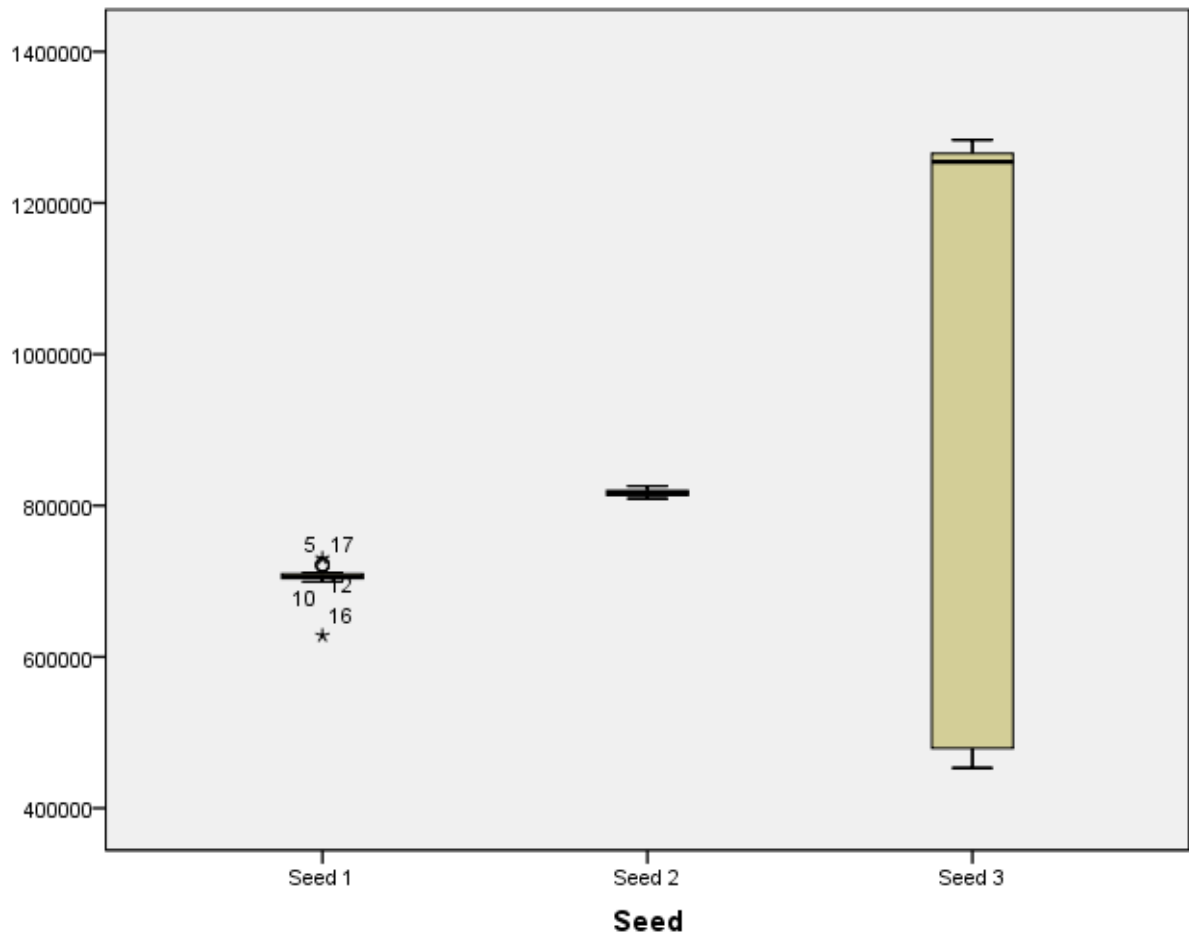
	Seed			Estadístico
Storage Tac4	Seed 1	Media		705083,44
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	697747,98
			Límite superior	712418,90
		Media recortada al 5%		707262,24
		Mediana		705583,00
		Varianza		3,158E8
		Desv. típ.		17770,886
		Mínimo		628131
		Máximo		730259
		Rango		102128
		Amplitud intercuartil		6680
		Asimetría		-3,441
		Curtosis		15,741
	Seed 2	Media		816889,58
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	814914,85
			Límite superior	818864,32
		Media recortada al 5%		816820,41
		Mediana		816282,50
		Varianza		21870198,080
		Desv. típ.		4676,558
		Mínimo		809245
		Máximo		825734
		Rango		16489

	Amplitud intercuartil		6433
	Asimetría		,277
	Curtosis		-,599
Seed 3	Media		992531,00
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	832562,23
	la media al 95%	Límite superior	1152499,77
	Media recortada al 5%		1006360,38
	Mediana		1254427,50
	Varianza		1,435E11
	Desv. típ.		378836,845
	Mínimo		453039
	Máximo		1283197
	Rango		830158
	Amplitud intercuartil		786869
	Asimetría		-,737
	Curtosis		-1,571

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Storage Tac4	Seed 1	Media	3554,177
		Intervalo de confianza para	Límite inferior
		la media al 95%	Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	954,598
		Intervalo de confianza para	Límite inferior
		la media al 95%	Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	

	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,472
	Curtosis		,918
Seed 3	Media		77329,747
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	
	la media al 95%	Límite superior	
	Media recortada al 5%		
	Mediana		
	Varianza		
	Desv. típ.		
	Mínimo		
	Máximo		
	Rango		
	Amplitud intercuartil		
	Asimetría		,472
	Curtosis		,918



Penalty

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos						
	Válidos			Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Penalty Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

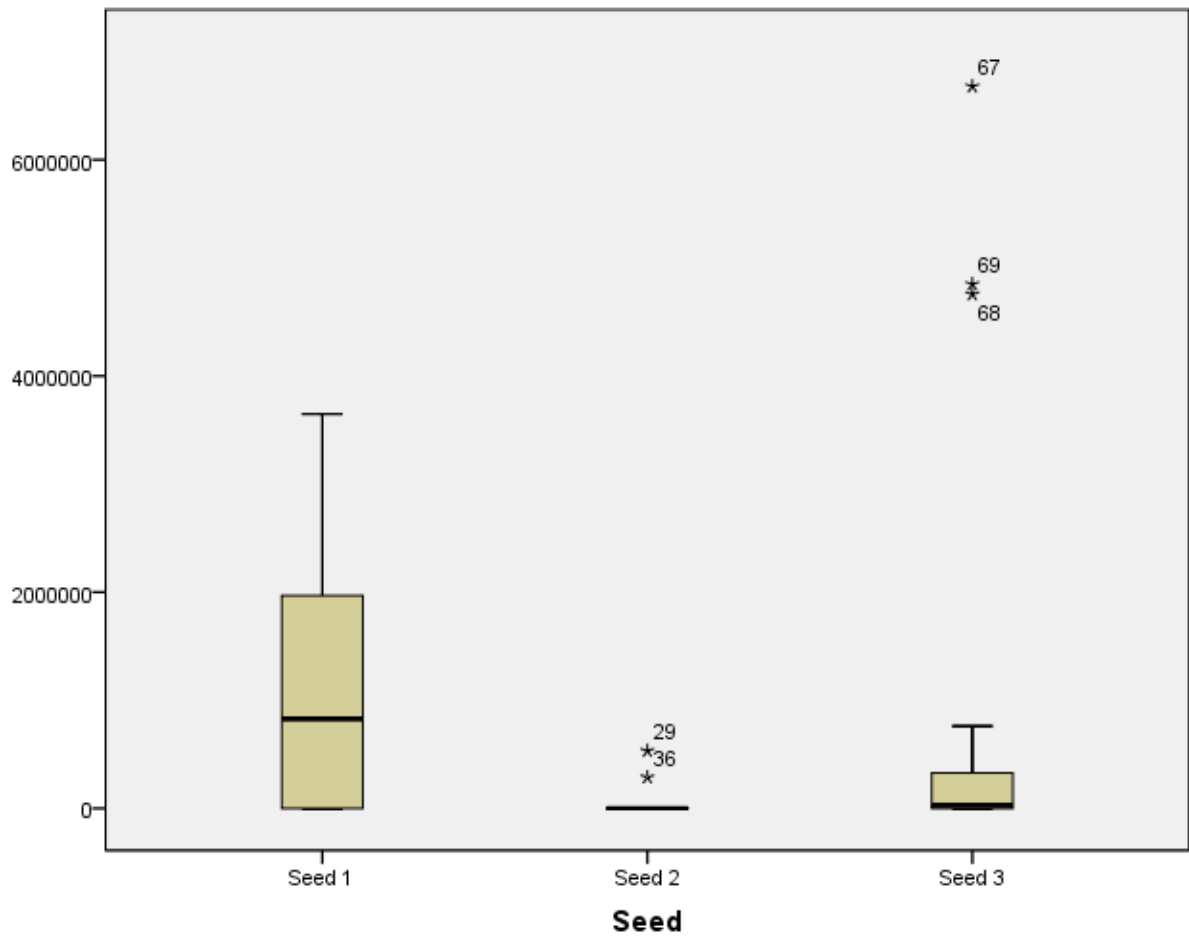
Seed	Estadístico			
Penalty Tac4	Seed 1	Media	1016843,80	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	543786,99 1489900,61
		Media recortada al 5%	928641,36	
		Mediana	827291,00	
		Varianza	1,313E12	
		Desv. típ.	1146027,275	
		Mínimo	0	
		Máximo	3647144	
		Rango	3647144	
		Amplitud intercuartil	2019378	
		Asimetría	,899	
		Curtosis	-,083	
Seed 2		Media	36322,92	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-14580,47 87226,31
		Media recortada al 5%	13069,92	
		Mediana	1839,00	
		Varianza	1,453E10	
		Desv. típ.	120549,031	
		Mínimo	0	
		Máximo	531937	
		Rango	531937	
		Amplitud intercuartil	4995	

	Asimetría		3,702
	Curtosis		13,770
Seed 3	Media		784756,96
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	12031,75
		Límite superior	1557482,17
	Media recortada al 5%		517837,46
	Mediana		28453,50
	Varianza		3,349E12
	Desv. típ.		1829962,069
	Mínimo		0
	Máximo		6678981
	Rango		6678981
	Amplitud intercuartil		341709
	Asimetría		2,532
	Curtosis		5,296

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Penalty Tac4	Seed 1	Media	229205,455
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	24606,968
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	

	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918
Seed 3	Media	373539,443
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918



Resultat

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resultat Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

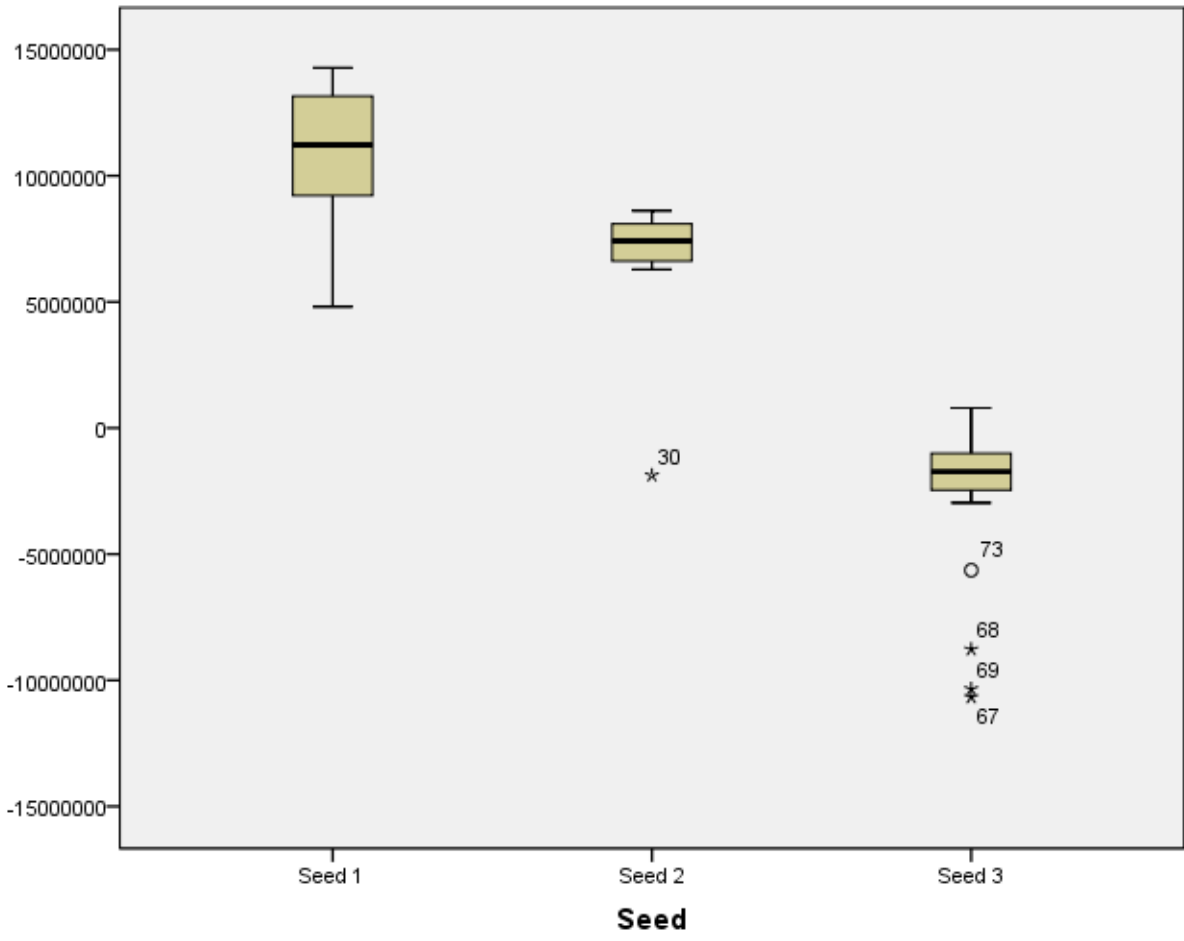
	Seed			Estadístico
Resultat Tac4	Seed 1	Media		10887884,48
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	9798378,17 11977390,79
		Media recortada al 5%		11014559,52
		Mediana		11222184,00
		Varianza		6,967E12
		Desv. típ.		2639437,635
		Mínimo		4814371
		Máximo		14278280
		Rango		9463909
		Amplitud intercuartil		4225203
		Asimetría		-,615
		Curtosis		-,420
	Seed 2	Media		7027696,29
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	6167630,97 7887761,62
		Media recortada al 5%		7361290,44
		Mediana		7418518,00
		Varianza		4,149E12
		Desv. típ.		2036800,271
		Mínimo		-1874445
		Máximo		8612132
		Rango		10486577
		Amplitud intercuartil		1486821

	Asimetría		-3,877
	Curtosis		17,238
Seed 3	Media		-2618352,54
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-3927936,65
		Límite superior	-1308768,44
	Media recortada al 5%		-2360275,16
	Mediana		-1726979,50
	Varianza		9,618E12
	Desv. típ.		3101347,288
	Mínimo		-10670404
	Máximo		797349
	Rango		11467753
	Amplitud intercuartil		1550607
	Asimetría		-1,787
	Curtosis		2,433

Descriptivos

	Seed		Error típ.
Resultat Tac4	Seed 1	Media	527887,527
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	415760,114
		Intervalo de confianza para la media al 95%	
		Límite inferior	
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	

	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918
Seed 3	Media	633059,864
	Intervalo de confianza para	Límite inferior
	la media al 95%	Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918



Orders

Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Orders Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

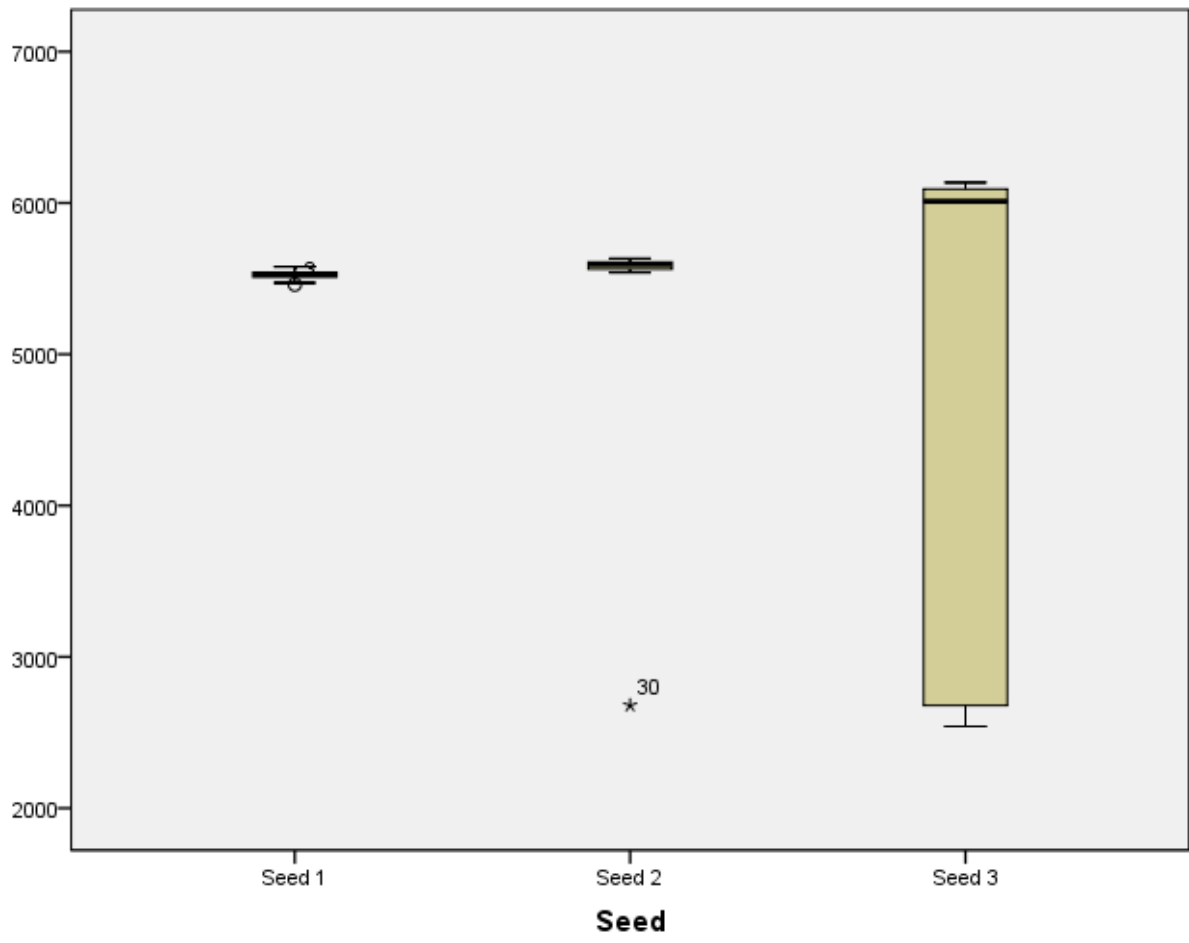
		Seed	Estadístico
Orders Tac4	Seed 1	Media	5526,96
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 5514,85 Límite superior 5539,07
		Media recortada al 5%	5527,70
		Mediana	5529,00
		Varianza	860,457
		Desv. típ.	29,334
		Mínimo	5461
		Máximo	5579
		Rango	118
		Amplitud intercuartil	33
		Asimetría	-,314
		Curtosis	,163
	Seed 2	Media	5469,25
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 5218,15 Límite superior 5720,35
		Media recortada al 5%	5588,68
		Mediana	5594,50
		Varianza	353602,022
		Desv. típ.	594,644
		Mínimo	2680
		Máximo	5633
		Rango	2953

	Amplitud intercuartil		50
	Asimetría		-4,885
	Curtosis		23,902
Seed 3	Media		4832,21
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	4148,90
	la media al 95%	Límite superior	5515,52
	Media recortada al 5%		4887,08
	Mediana		6011,00
	Varianza		2618578,694
	Desv. típ.		1618,202
	Mínimo		2541
	Máximo		6135
	Rango		3594
	Amplitud intercuartil		3415
	Asimetría		-,656
	Curtosis		-1,612

Descriptivos

Seed		Error típ.	
Orders Tac4	Seed 1	Media	5,867
		Intervalo de confianza para	Límite inferior
		la media al 95%	Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 2	Media	121,381
		Intervalo de confianza para	Límite inferior
		la media al 95%	Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	

	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918
Seed 3	Media	330,314
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
	Media recortada al 5%	
	Mediana	
	Varianza	
	Desv. típ.	
	Mínimo	
	Máximo	
	Rango	
	Amplitud intercuartil	
	Asimetría	,472
	Curtosis	,918



Late

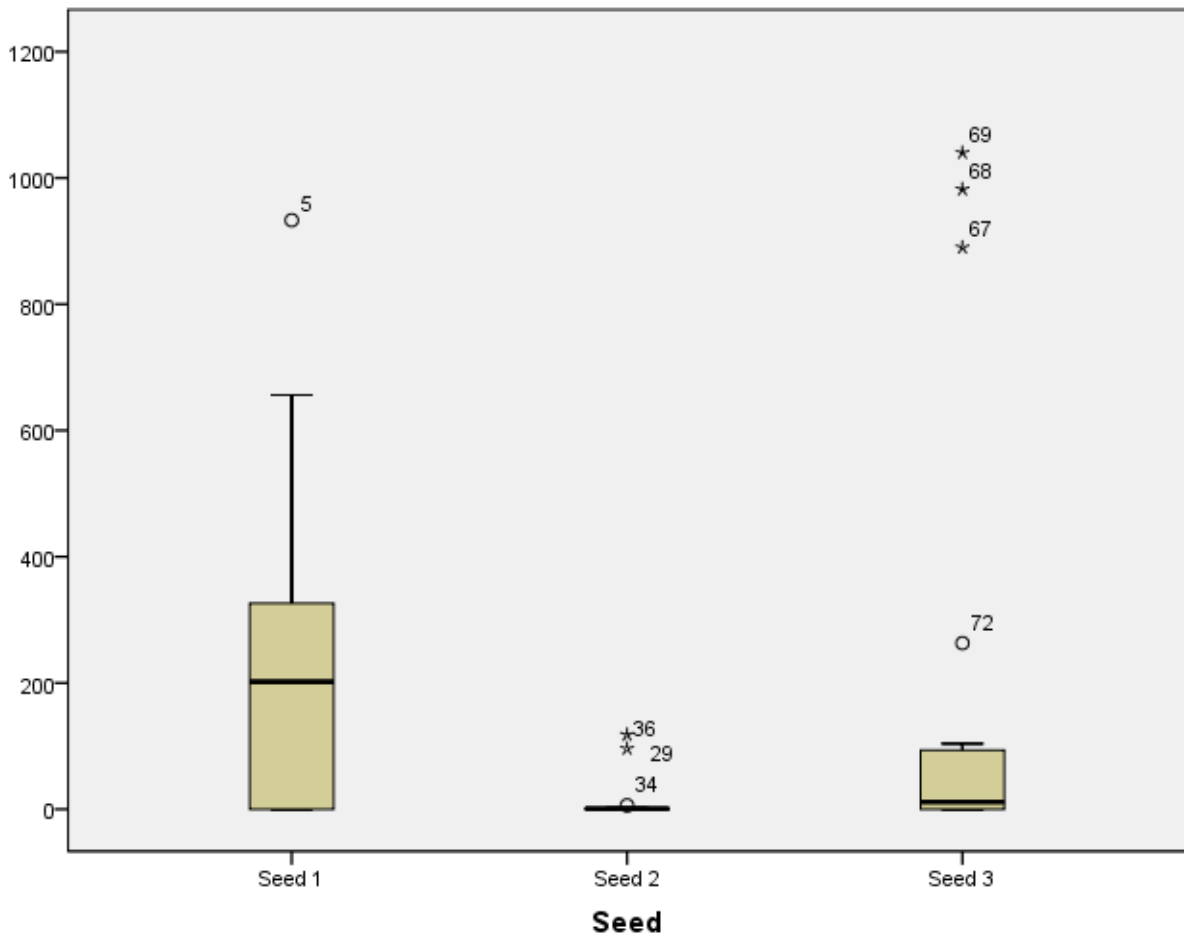
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Late Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

		Seed			Estadístico	Error típ.
Late Tac4	Seed 1	Media			222,52	51,934
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		115,33	
			Límite superior		329,71	
		Media recortada al 5%			198,49	
		Mediana			202,00	
		Varianza			67428,760	
		Desv. típ.			259,670	
		Mínimo			0	
		Máximo			933	
		Rango			933	
		Amplitud intercuartil			370	
		Asimetría			1,094	,464
		Curtosis			,707	,902
	Seed 2	Media			9,75	6,155
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		-2,98	
			Límite superior		22,48	
		Media recortada al 5%			4,48	
		Mediana			1,00	
		Varianza			909,326	
		Desv. típ.			30,155	
		Mínimo			0	
		Máximo			118	
		Rango			118	

	Amplitud intercuartil		2	
	Asimetría		3,276	,472
	Curtosis		9,731	,918
Seed 3	Media		155,54	65,525
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	19,99	
		Límite superior	291,09	
	Media recortada al 5%		115,58	
	Mediana		11,50	
	Varianza		103045,650	
	Desv. típ.		321,007	
	Mínimo		0	
	Máximo		1040	
	Rango		1040	
	Amplitud intercuartil		95	
	Asimetría		2,298	,472
	Curtosis		3,889	,918



Missed

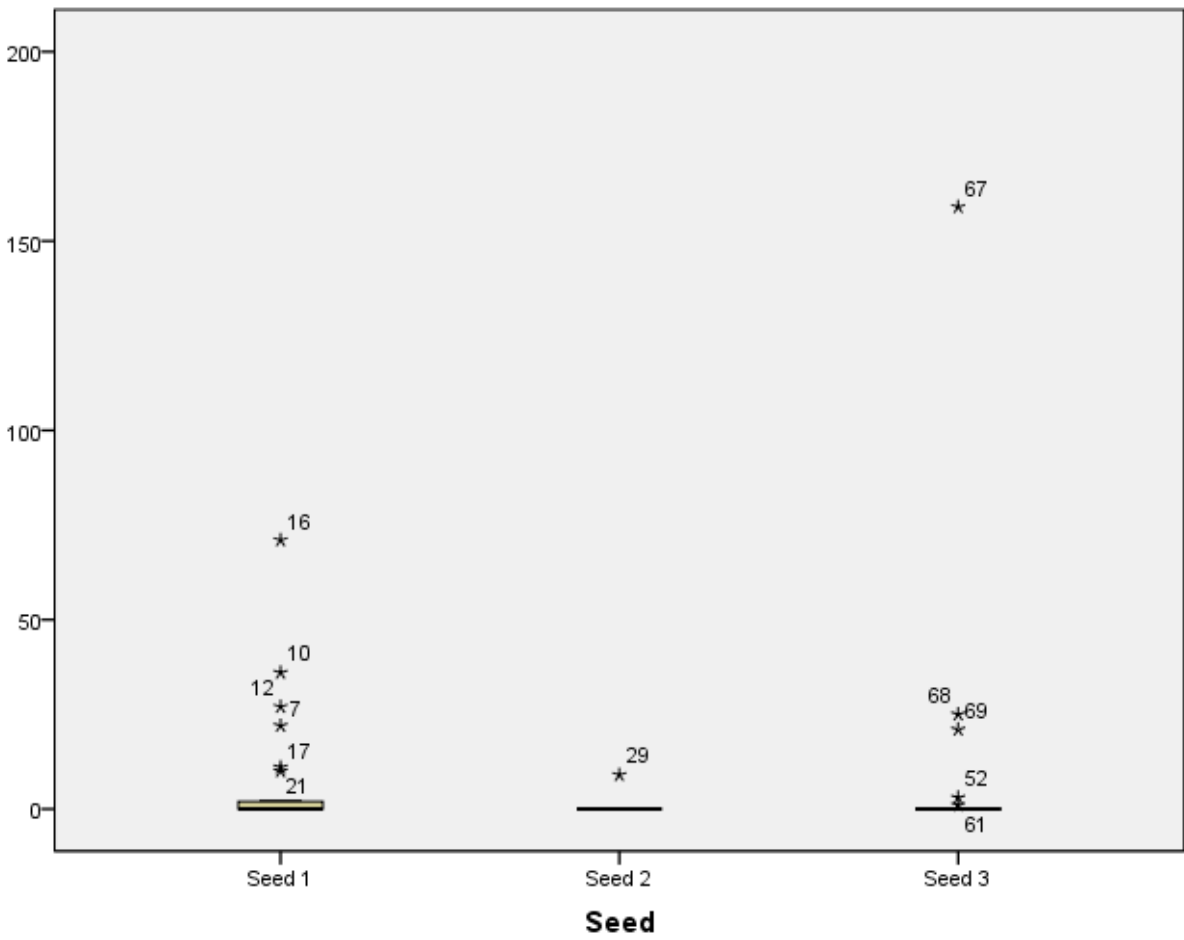
Resumen del procesamiento de los casos

	Casos						
	Válidos			Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Missed Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

	Seed		Estadístico	Error tít.	
Missed Tac4	Seed 1	Media	7,24	3,283	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,46	
			Límite superior	14,02	
		Media recortada al 5%		4,49	
		Mediana		,00	
		Varianza		269,440	
		Desv. tít.		16,415	
		Mínimo		0	
		Máximo		71	
		Rango		71	
		Amplitud intercuartil		6	
		Asimetría		2,942	,464
		Curtosis		9,457	,902
	Seed 2	Media	,38	,375	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-,40	
			Límite superior	1,15	
		Media recortada al 5%		,00	
		Mediana		,00	
		Varianza		3,375	
		Desv. tít.		1,837	
		Mínimo		0	
		Máximo		9	
		Rango		9	
Amplitud intercuartil		0			

	Asimetría		4,899	,472
	Curtosis		24,000	,918
Seed 3	Media		8,71	6,667
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-5,08	
		Límite superior	22,50	
	Media recortada al 5%		2,08	
	Mediana		,00	
	Varianza		1066,824	
	Desv. típ.		32,662	
	Mínimo		0	
	Máximo		159	
	Rango		159	
	Amplitud intercuartil		0	
	Asimetría		4,611	,472
	Curtosis		21,888	,918



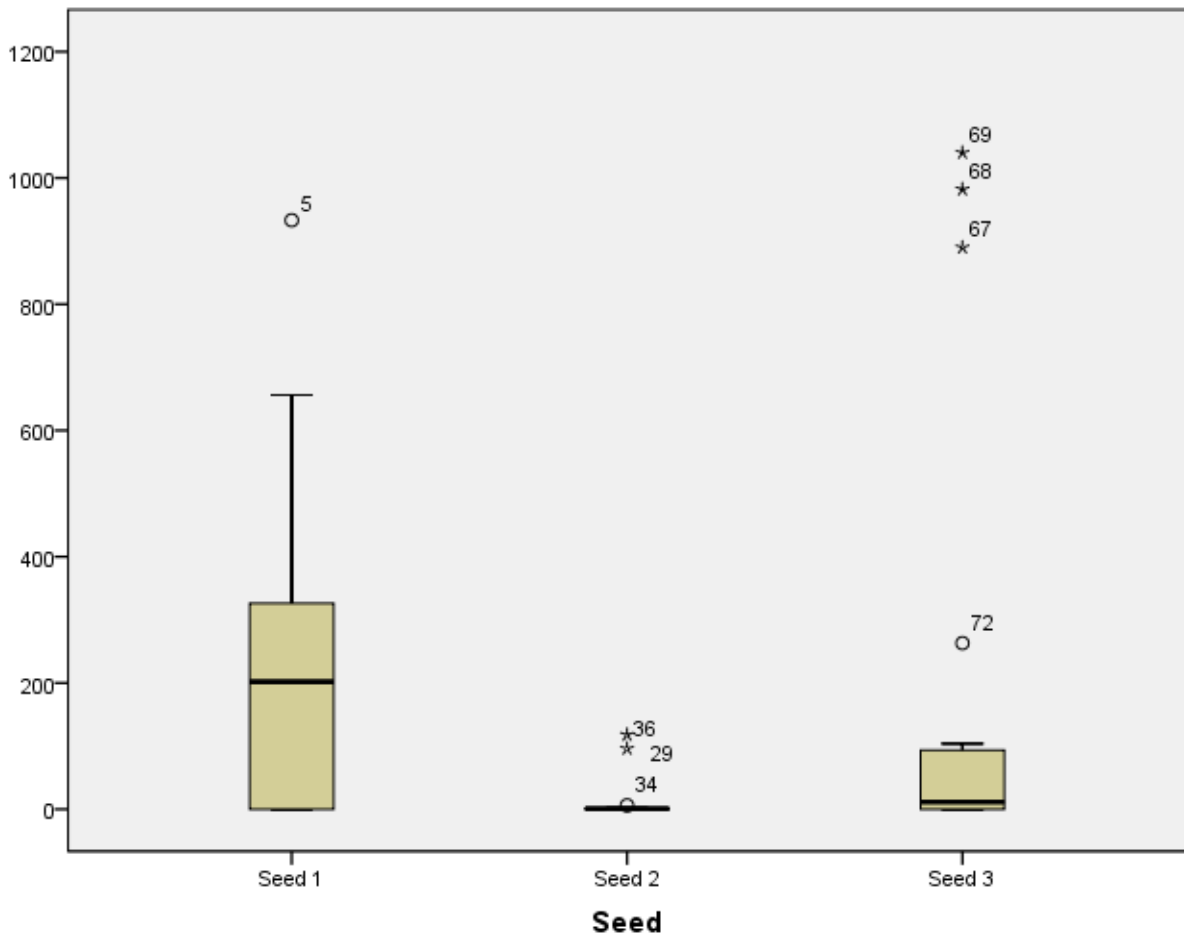
Resumen del procesamiento de los casos

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Seed	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Late Tac4	Seed 1	25	100,0%	0	,0%	25	100,0%
	Seed 2	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%
	Seed 3	24	100,0%	0	,0%	24	100,0%

Descriptivos

				Estadístico	Error típ.
	Seed				
Late Tac4	Seed 1	Media		222,52	51,934
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	115,33 329,71	
		Media recortada al 5%		198,49	
		Mediana		202,00	
		Varianza		67428,760	
		Desv. típ.		259,670	
		Mínimo		0	
		Máximo		933	
		Rango		933	
		Amplitud intercuartil		370	
		Asimetría		1,094	,464
		Curtosis		,707	,902
	Seed 2	Media		9,75	6,155
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-2,98 22,48	
		Media recortada al 5%		4,48	
		Mediana		1,00	
		Varianza		909,326	
		Desv. típ.		30,155	
		Mínimo		0	
		Máximo		118	
		Rango		118	
		Amplitud intercuartil		2	
		Asimetría		3,276	,472
		Curtosis		9,731	,918

Seed 3	Media		155,54	65,525
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	19,99	
		Límite superior	291,09	
	Media recortada al 5%		115,58	
	Mediana		11,50	
	Varianza		103045,650	
	Desv. típ.		321,007	
	Mínimo		0	
	Máximo		1040	
	Rango		1040	
	Amplitud intercuartil		95	
	Asimetría		2,298	,472
	Curtosis		3,889	,918



Venta Low

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Válidos		Perdidos
		N	Porcentaje	N
VentaLowEnd01_4	Seed 1	25	100,0%	0
	Seed 2	24	100,0%	0
	Seed 3	24	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Perdidos	Total	
		Porcentaje	N	Porcentaje
VentaLowEnd01_4	Seed 1	,0%	25	100,0%
	Seed 2	,0%	24	100,0%
	Seed 3	,0%	24	100,0%

Descriptivos^a

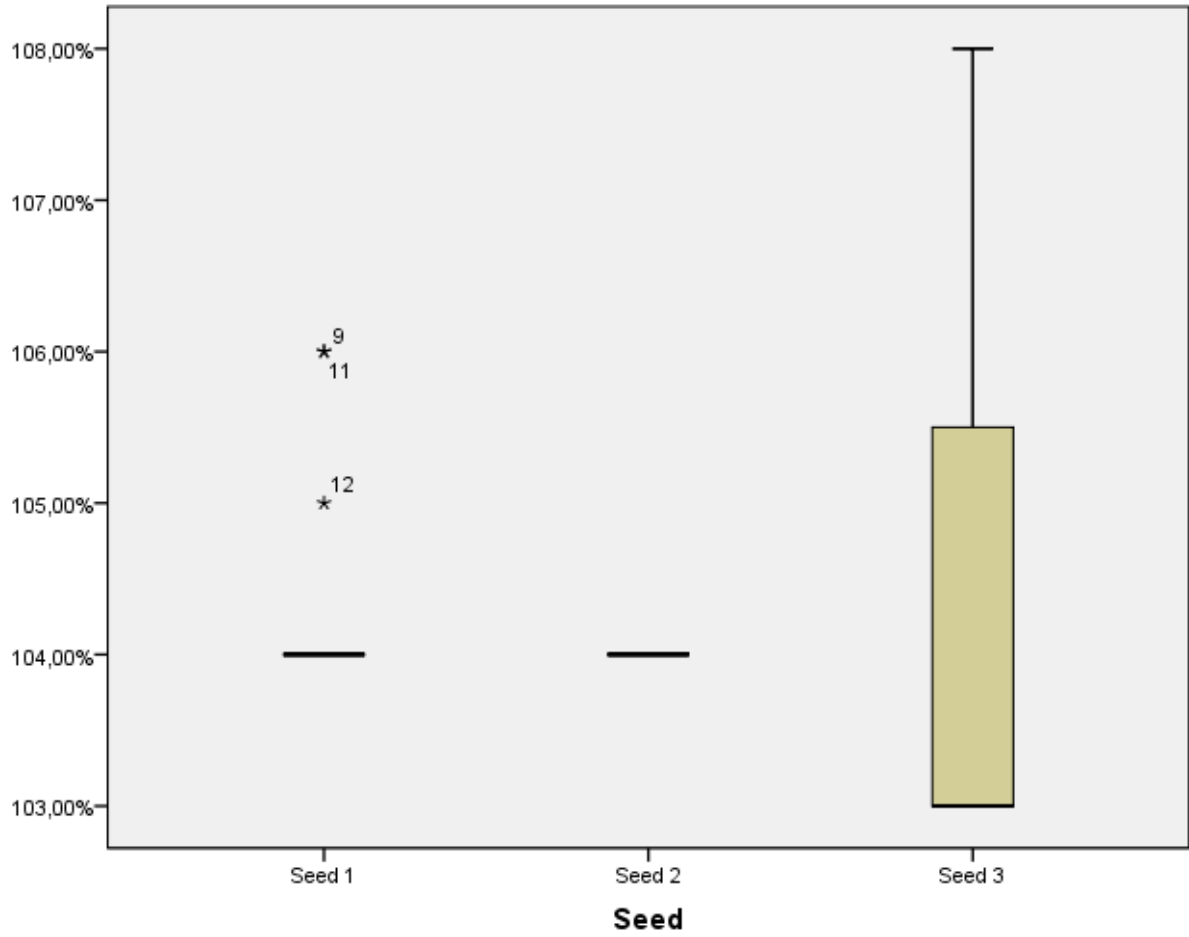
	Seed			Estadístico
VentaLowEnd01_4	Seed 1	Media		104,2000%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	103,9617%
			Límite superior	104,4383%
		Media recortada al 5%		104,1111%
		Mediana		104,0000%
		Varianza		,333
		Desv. típ.		,57735%
		Mínimo		104,00%
		Máximo		106,00%
		Rango		2,00%
		Amplitud intercuartil		,00%
		Asimetría		2,824
		Curtosis		6,913
	Seed 3	Media		104,2500%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	103,3161%
			Límite superior	105,1839%

Media recortada al 5%	104,1111%
Mediana	103,0000%
Varianza	4,891
Desv. típ.	2,21163%
Mínimo	103,00%
Máximo	108,00%
Rango	5,00%
Amplitud intercuartil	3,75%
Asimetría	1,233
Curtosis	-,531

Descriptivos^a

	Seed		Error típ.
VentaLowEnd01_4	Seed 1	Media	,11547%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,464
		Curtosis	,902
	Seed 3	Media	,45145%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	

Asimetría	,472
Curtosis	,918



Venta Mid

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Válidos		Perdidos
		N	Porcentaje	N
VentaMidEnd01_4	Seed 1	25	100,0%	0
	Seed 2	24	100,0%	0
	Seed 3	24	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Perdidos	Total	
		Porcentaje	N	Porcentaje
VentaMidEnd01_4	Seed 1	,0%	25	100,0%
	Seed 2	,0%	24	100,0%
	Seed 3	,0%	24	100,0%

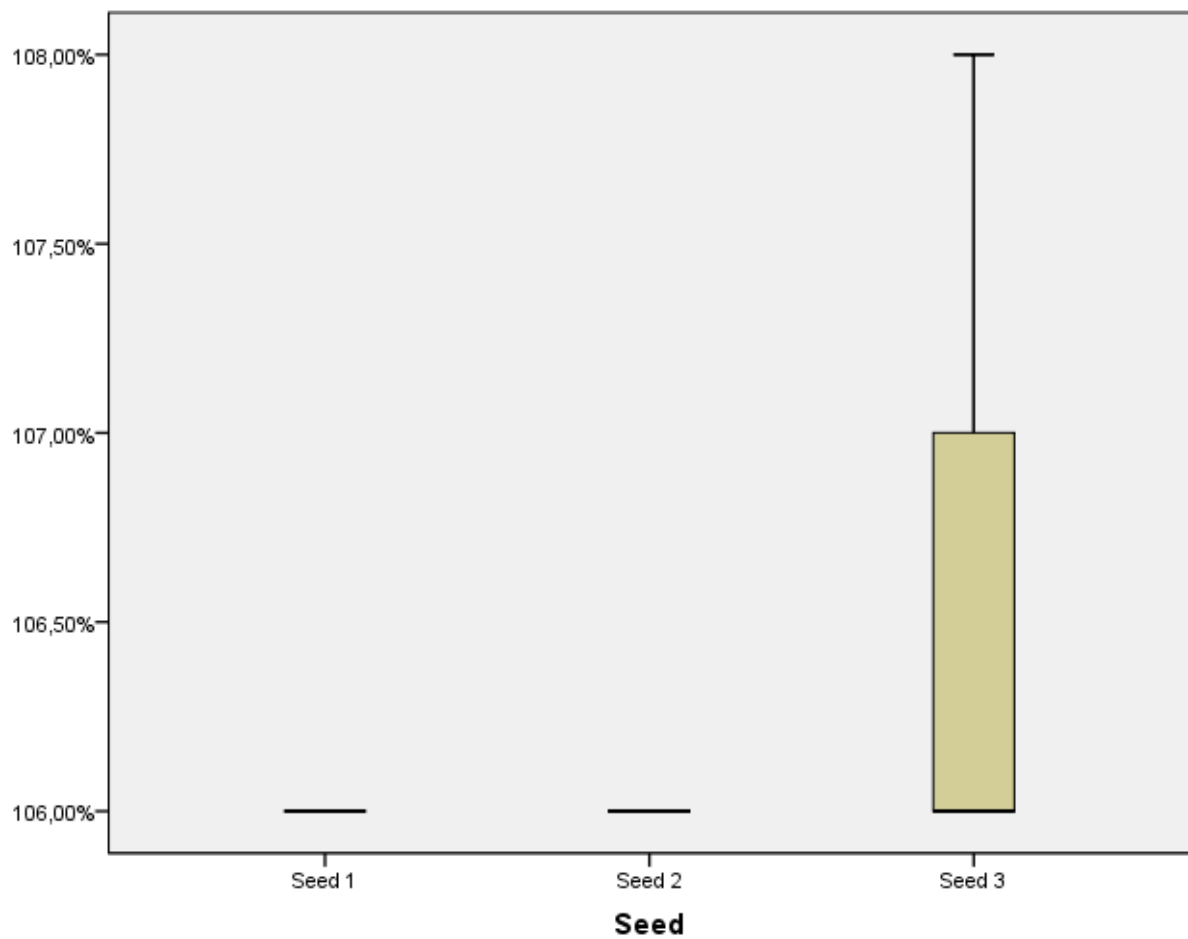
Descriptivos^{a,b}

	Seed			Estadístico
VentaMidEnd01_4	Seed 3	Media		106,5000%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	106,1264% 106,8736%
		Media recortada al 5%		106,4444%
		Mediana		106,0000%
		Varianza		,783
		Desv. típ.		,88465%
		Mínimo		106,00%
		Máximo		108,00%
		Rango		2,00%
		Amplitud intercuartil		1,50%
		Asimetría		1,233
		Curtosis		-,531

Descriptivos^{a,b}

	Seed	Error típ.
--	------	------------

VentaMidEnd01_4	Seed 3	Media	,18058%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,472
		Curtosis	,918



Venta High

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Válidos		Perdidos
		N	Porcentaje	N
VentaHighEnd01_4	Seed 1	25	100,0%	0
	Seed 2	24	100,0%	0
	Seed 3	24	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Perdidos	Total	
		Porcentaje	N	Porcentaje
VentaHighEnd01_4	Seed 1	,0%	25	100,0%
	Seed 2	,0%	24	100,0%
	Seed 3	,0%	24	100,0%

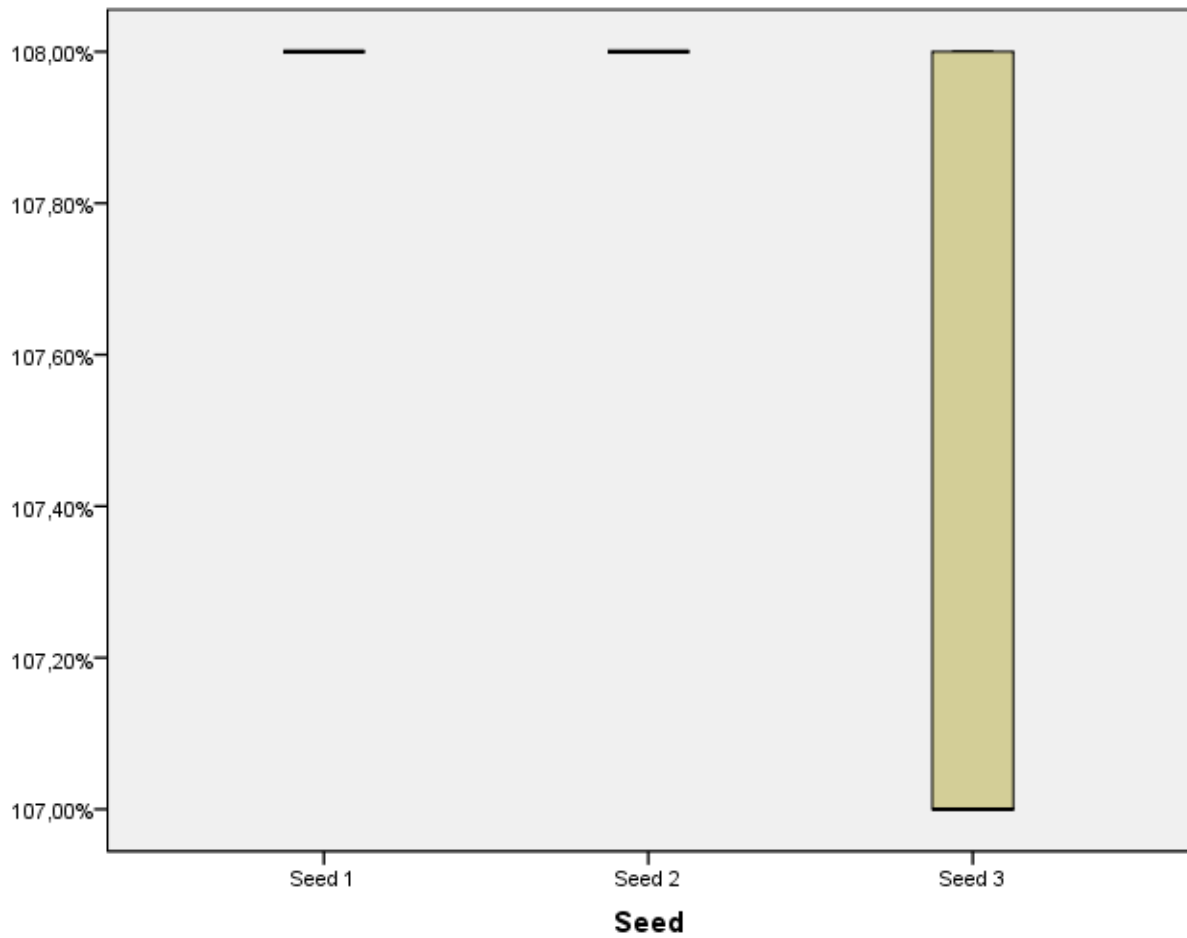
Descriptivos^{a,b}

	Seed	Estadístico		
VentaHighEnd01_4	Seed 3	Media		107,4167%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	107,2040%
			Límite superior	107,6293%
		Media recortada al 5%		107,4074%
		Mediana		107,0000%
		Varianza		,254
		Desv. típ.		,50361%
		Mínimo		107,00%
		Máximo		108,00%
		Rango		1,00%
		Amplitud intercuartil		1,00%
		Asimetría		,361
		Curtosis		-2,048

Descriptivos^{a,b}

Seed	Error típ.
------	------------

VentaHighEnd01_4	Seed 3	Media	,10280%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior
		Media recortada al 5%	
		Mediana	
		Varianza	
		Desv. típ.	
		Mínimo	
		Máximo	
		Rango	
		Amplitud intercuartil	
		Asimetría	,472
		Curtosis	,918



Preu Pintel 2GHz

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Válidos		Perdidos
		N	Porcentaje	N
PreuPintel2GHz_4	Seed 1	25	100,0%	0
	Seed 2	24	100,0%	0
	Seed 3	24	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Seed	Casos		
		Perdidos	Total	
		Porcentaje	N	Porcentaje
PreuPintel2GHz_4	Seed 1	,0%	25	100,0%
	Seed 2	,0%	24	100,0%
	Seed 3	,0%	24	100,0%

Descriptivos^{a,b}

	Seed			Estadístico
PreuPintel2GHz_4	Seed 3	Media		95,5417%
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	95,1899% 95,8934%
		Media recortada al 5%		95,6019%
		Mediana		96,0000%
		Varianza		,694
		Desv. típ.		,83297%
		Mínimo		94,00%
		Máximo		96,00%
		Rango		2,00%
		Amplitud intercuartil		,75%
		Asimetría		-1,374
		Curtosis		-,019

Descriptivos^{a,b}

	Seed			Error típ.
PreuPintel2GHz_4	Seed 3	Media		,17003%

ANOVA udgTAC4

ANOVA de Result

Prueba de homogeneidad de varianzas

Resultat Tac4

Estadístico de			
Levene	gl1	gl2	Sig.
2,665	2	70	,077

ANOVA

Resultat Tac4

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,356E15	2	1,178E15	170,427	,000
Intra-grupos	4,838E14	70	6,912E12		
Total	2,840E15	72			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Resultat Tac4

Scheffé

(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	3860188,188 [*]	751317,352	,000	1981090,89	5739285,49
	Seed 3	13506237,022 [*]	751317,352	,000	11627139,72	15385334,32
Seed 2	Seed 1	-3860188,188 [*]	751317,352	,000	-5739285,49	-1981090,89
	Seed 3	9646048,833 [*]	758945,135	,000	7747873,92	11544223,75
Seed 3	Seed 1	-13506237,022 [*]	751317,352	,000	-15385334,32	-11627139,72
	Seed 2	-9646048,833 [*]	758945,135	,000	-11544223,75	-7747873,92

Subconjuntos homogéneos

Resultat Tac4

Scheffe ^{a,b}		Subconjunto para alfa = 0.05		
Seed	N	1	2	3
Seed 3	24	-2618352,54		
Seed 2	24		7027696,29	
Seed 1	25			10887884,48
Sig.		1,000	1,000	1,000

ANOVA de Orders

Prueba de homogeneidad de varianzas

Orders Tac4			
Estadístico de			
Levene	gl1	gl2	Sig.
66,661	2	70	,000

ANOVA

Orders Tac4					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7196708,417	2	3598354,209	3,684	,030
Intra-grupos	68380807,418	70	976868,677		
Total	75577515,836	72			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Orders Tac4

Scheffé

(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	57,710	282,449	,979	-648,72	764,14
	Seed 3	694,752	282,449	,055	-11,67	1401,18
Seed 2	Seed 1	-57,710	282,449	,979	-764,14	648,72
	Seed 3	637,042	285,317	,090	-76,56	1350,64
Seed 3	Seed 1	-694,752	282,449	,055	-1401,18	11,67
	Seed 2	-637,042	285,317	,090	-1350,64	76,56

Subconjuntos homogéneos

Orders Tac4

Scheffé^{a,b}

Subconjunto para alfa = 0.05		
Seed	N	1
Seed 3	24	4832,21
Seed 2	24	5469,25
Seed 1	25	5526,96
Sig.		,056

ANOVA de Utilization

Prueba de homogeneidad de varianzas

Utilization2_4				
Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
81,886	2	70	,000	

ANOVA

Utilization2_4					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	907,444	2	453,722	2,086	,132
Intra-grupos	15229,077	70	217,558		
Total	16136,521	72			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Utilization2_4

Scheffé

(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de			Intervalo de confianza al 95%	
		medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	,76833	4,21512	,984	-9,7740	11,3106
	Seed 3	7,85167	4,21512	,184	-2,6906	18,3940
Seed 2	Seed 1	-,76833	4,21512	,984	-11,3106	9,7740
	Seed 3	7,08333	4,25792	,257	-3,5660	17,7327
Seed 3	Seed 1	-7,85167	4,21512	,184	-18,3940	2,6906
	Seed 2	-7,08333	4,25792	,257	-17,7327	3,5660

Subconjuntos homogéneos

Utilization2_4

Scheffé^{a,b}

Subconjunto para alfa = 0.05		
Seed	N	1
Seed 3	24	66,7083
Seed 2	24	73,7917
Seed 1	25	74,5600
Sig.		,186

ANOVA de Material

Prueba de homogeneidad de varianzas

Material Tacv4

Estadístico de				
Levene	gl1	gl2	Sig.	
172,241	2	70	,000	

ANOVA

Material Tacv4

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7,341E14	2	3,670E14	,641	,530
Intra-grupos	4,008E16	70	5,725E14		
Total	4,081E16	72			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Material Tacv4

Scheffé

(I) Seed	(J) Seed	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Seed 1	Seed 2	-5627855,290	6837763,497	,714	-22729580,52	11473869,94
	Seed 3	1879620,252	6837763,497	,963	-15222104,98	18981345,48
Seed 2	Seed 1	5627855,290	6837763,497	,714	-11473869,94	22729580,52
	Seed 3	7507475,542	6907184,196	,557	-9767875,71	24782826,80
Seed 3	Seed 1	-1879620,252	6837763,497	,963	-18981345,48	15222104,98
	Seed 2	-7507475,542	6907184,196	,557	-24782826,80	9767875,71

Subconjuntos homogéneos

Material Tacv4

Scheffé^{a,b}

<u>Subconjunto</u>		
<u>para alfa = 0.05</u>		
<u>Seed</u>	<u>N</u>	<u>1</u>
Seed 3	24	1,14E8
Seed 1	25	1,15E8
Seed 2	24	1,21E8
Sig.		,552

Comparativa entre agents

Prova T

Estadísticos de grupo

	TAC	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Revenues	1	73	1,15E8	29131919,806	3409633,314
	2	73	1,23E8	27380763,537	3204675,975
Result	1	73	6962523,34	5484131,589	641869,053
	2	73	5178374,82	6280277,037	735050,829
Utilization	1	73	,6610	,16030	,01876
	2	73	,7173	,14971	,01752
Orders	1	73	5031,77	1195,767	139,954
	2	73	5279,58	1024,543	119,914
Material	1	73	1,14E8	59611165,468	6976959,192
	2	73	1,17E8	23807621,775	2786471,365
VentaLow	1	73	1,0789	,00315	,00037
	2	73	1,0415	,01298	,00152
VentaMid	1	73	1,0800	,00000	,00000
	2	73	1,0616	,00553	,00065
VentaHigh	1	73	1,0800	,00000	,00000
	2	73	1,0781	,00396	,00046

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Revenues	Se han asumido varianzas iguales	2,171	,143	-1,692	144	,093	-7915604,877	4679267,832	-17164529,000	1333319,247
	No se han asumido varianzas iguales			-1,692	143,450	,093	-7915604,877	4679267,832	-17164829,443	1333619,690
Result	Se han asumido varianzas iguales	1,196	,276	1,828	144	,070	1784148,521	975856,343	-144704,795	3713001,836
	No se han asumido varianzas iguales			1,828	141,433	,070	1784148,521	975856,343	-145001,533	3713298,574
Utilization	Se han asumido varianzas iguales	1,424	,235	-2,193	144	,030	-,05630	,02567	-,10704	-,00556
	No se han asumido varianzas iguales			-2,193	143,332	,030	-,05630	,02567	-,10704	-,00556
Orders	Se han asumido varianzas iguales	2,460	,119	-1,345	144	,181	-247,808	184,300	-612,090	116,474
	No se han asumido varianzas iguales			-1,345	140,693	,181	-247,808	184,300	-612,163	116,547
Material	Se han asumido varianzas iguales	1,144	,287	-,382	144	,703	-2873229,575	7512814,535	-17722871,459	11976412,308
	No se han asumido varianzas iguales			-,382	94,399	,703	-2873229,575	7512814,535	-17789277,071	12042817,920
VentaLow	Se han asumido varianzas iguales	19,822	,000	23,921	144	,000	,03740	,00156	,03431	,04049
	No se han asumido varianzas iguales			23,921	80,424	,000	,03740	,00156	,03429	,04051
VentaMid	Se han asumido varianzas iguales	31,114	,000	28,355	144	,000	,01836	,00065	,01708	,01964
	No se han asumido varianzas iguales			28,355	72,000	,000	,01836	,00065	,01707	,01965
VentaHigh	Se han asumido varianzas iguales	117,476	,000	4,133	144	,000	,00192	,00046	,00100	,00283
	No se han asumido varianzas iguales			4,133	72,000	,000	,00192	,00046	,00099	,00284