

INSTRUMENTO PARA CONCEPTUALIZAR POR MEDIO DE PROCESOS  
CREATIVOS Y HEURÍSTICOS, HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN MANUAL  
PARA LA CAFICULTURA CALDENSE, 2010.

JUAN ALEJANDRO ALVAREZ VALENCIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MANIZALES  
2010

INSTRUMENTO PARA CONCEPTUALIZAR POR MEDIO DE PROCESOS  
CREATIVOS Y HEURÍSTICOS, HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN MANUAL  
PARA LA CAFICULTURA CALDENSE, 2010.

Investigador  
JUAN ALEJANDRO ALVAREZ VALENCIA

Trabajo de tesis de grado para optar el título de  
Magister en Creatividad e Innovación en las Organizaciones

Director  
JOSÉ LUIS GALLARDO ROA  
Diseñador Industrial M.Sc.  
Magister en enseñanza de las Ciencias

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MANIZALES  
2010

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Manizales, 24 de Septiembre del 2010

*Al infinito y sus múltiples posibilidades de manifestación,  
que me han acompañado en este pestañeo cuántico,  
a mi familia terrícola, a mi familia amada, a mi familia olvidada  
y a mi familia por encontrar...*

## AGRADECIMIENTOS

El autor quiere manifestar sus agradecimientos a:

**Manizales**, por haberme albergado en su seno de conocimiento y sabiduría.

**Universidad Autónoma de Manizales**, por haber sido y ser, piedra angular, en la estructuración y formación de un ser, entre tantos conformados.

**José Luis Gallardo Roa**, por haberme direccionado oportunamente en el desarrollo de la tesis.

**José Hoover Vanegas**, por haberme mostrado y recordado la pasión por la investigación.

**Eduardo Martínez**, por haber sido y ser parte de mi formación como persona y profesional.

Al total de **Maestros y Doctores** que conformaron el equipo de enseñanza y sabiduría, durante los estudios de la maestría.

A mis **compañeros de estudio y vida**, los cuales llenaron de alegría estos años de continuo despertar y asombro.

A Paula y Jacobo, mi familia **Al Mar**, por su apoyo incondicional, lleno de amor.

A mis **Padres** por haberme dado la oportunidad de venir e ir.

A **Fermín López** por la herencia bienvenida.

## CONTENIDOS

	Pág
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	25
1.3 OBJETIVOS	25
1.3.1 General	25
1.3.2 Específicos	25
1.3.3 Propósito	25
1.3.4 Conjeturas iniciales	25
1.3 JUSTIFICACIÓN	26
2. REFERENTE TEÓRICO	29
2.1 ANTECEDENTES	29
2.1.1 Herramientas de recolección manual de café	29
2.1.1.1 Lengüeta	30
2.1.1.2 Rollernet e Italianet	30
2.1.1.3 Beltnet	32
2.1.1.4 Manga para la recolección manual del café.	32

2.1.1.5 Cosecha+	33
2.1.1.6 Aro Coco	34
2.1.1.7 Malla Plus	34
2.1.1.8 Entorno Mundial	35
2.1.2 Métodos o instrumentos de Conceptualización	39
2.1.2.1 Método de conceptualización de herramientas CESAM	39
2.1.2.2 Matrices de descubrimiento	41
2.2 MARCO TEÓRICO	44
2.2.1 Creatividad	44
2.2.1.1 Proceso creativo	46
2.2.1.2 Métodos Creativos	48
2.2.2 Algoritmo y Heurística	52
2.2.2.1 Algoritmo	52
2.2.2.2 Heurística	53
2.2.3 El Método del Diagrama Morfológico	55
2.2.4 La Circumrelación	56
2.2.5 Sinecmática	57
2.2.6 El estudio de tiempos y movimientos para la cosecha manual del café	58
2.2.6.1 Método Mejorado de Recolección.	60
2.2.7 Características Socio laborales de los recolectores de Café en Caldas	63
3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	65
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	65

3.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.2.1 Fase 1, Diseño del instrumento heurístico	65
3.2.2 Fase 2, Comprobación con expertos	66
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	66
3.4 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS	67
3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS	67
4. RESULTADOS OBTENIDOS	69
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	69
4.1.1 Fase 1, Diseño del instrumento heurístico	69
4.1.1.2 Factores internos	69
4.1.1.3 Factores externos	71
4.1.2 Fase 2, Comprobación con expertos	73
4.1.2.1 Centro Nacional de Investigaciones del Café– Cenicafé	73
4.1.2.2 Profesionales con experiencia como extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	78
4.1.2.3 Profesionales en Diseño industrial	82
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	85
4.2.1 Centro Nacional de Investigaciones del Café – Cenicafé café	86
4.2.2 Profesionales con experiencia como extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	86
4.2.3 Profesionales en Diseño industriales	86
4.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	86
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89

5.1 CONCLUSIONES	89
5.2 RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS	92
ANEXOS	95

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Metodología Cesam	40
Tabla 2. Matriz de combinación cruzada	58
Tabla 3. Instrumento de conceptualización para herramientas de recolección para café	72

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Mapa Cafetero Colombiano	21
Figura 2. Distribución nacional por área	22
Figura 3. Dispositivo de recolección manual tradicional de Colombia	23
Figura 4. Costos de producción cadena productiva del café	24
Figura 5. Logo Cosechemos Ltda	27
Figura 6. Diagrama conceptual del “gana-gana”	27
Figura 7. Dispositivo de recolección tradicional de Colombia	29
Figura 8. Canasto con extensión	30
Figura 9. Dispositivo Italiannet.	31
Figura 10. Dispositivo Rollernnet	31
Figura 11. Dispositivo Belnet	32
Figura 12. Manga recolectora Cenicafé	33
Figura 13. Dispositivo Cosecha+	33
Figura 14. Dispositivo Aro Coco	34
Figura 15. Dispositivo Malla Plus	34
Figura 16. Imágenes de dispositivos diseñados para recolección de frutos	35
Figura 17. Velcro utilizado para la unión de las telas, y dispositivo completo	36
Figura 18. Lonas utilizadas en Brasil, del mismo material de los empaques de los fertilizantes	37
Figura 19. Criba o Peneira utilizada en Brasil para la cosecha de café	37
Figura 20. Maquinas cosechadoras de café	38
Figura 21. Maquina cosechadora portátil de café	38

Figura 22. Canasto de recolección “Tico”	39
Figura 23. Regla heurística Ars Magna	41
Figura 24. Regla Heurística para creatividad y marketing	42
Figura 25. Matriz Heurística de las Siete C's	43
Figura 26. Modelo de Guilford	47
Figura 27. El método como trayectoria según Moles y Caude	49
Figura 28. Diagrama Morfológico	55
Figura 29. Circumrelator	57
Figura 30. Distribución porcentual de tiempos en la recolección de café	59
Figura 31. Sostener, Arrancar y Soltar	59
Figura 32. Ciclo básico de recolección	60
Figura 33. Ciclo propuesto	61
Figura 34. Movimientos en el surco: los operarios deben desplazarse recolectando por caras cada uno de los árboles	61
Figura 35. Movimiento en el árbol: el operario debe iniciar de arriba hacia abajo, tomando el árbol en zigzag y finalizando en la recolección de los frutos caídos al suelo	62
Figura 36. Movimiento en las ramas : La trayectoria debe realizarse del tronco hacia afuera en cada una de las rama	62
Figura 37. Movimiento de las manos: El recolector debe realizar solo cuatro de los movimientos del ciclo básico de recolección	62
Figura 38. Posturas de recolección: En terrenos planos la posición es vertical y en terrenos inclinados se recomienda doblar una pierna	63
Figura 39. Comprobación con investigadores científicos de Cenicafé	74
Figura 40. Comprobación con profesionales con experiencia en extensión	79
Figura 41. Comprobación con diseñadores industriales	82

## LISTA DE GRAFICOS

	pág
Grafico 1. Resultados de la Comprobación, Cenicafé	77
Grafico 2. Resultados de la comprobación con profesionales con experiencia en extensión	81
Grafico 3. Resultados de la comprobación con diseñadores industriales	84
Grafico 4. Resultados de la comprobación con los expertos	85

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Café, INVESTIJIUM, Tras las huellas de la investigación, Audiovisual.

## GLOSARIO

**ALGORITMO:** Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

**COMPROBAR:** Verificar, confirmar la veracidad o exactitud de algo.

**CONCEPTUALIZAR:** Forjar conceptos acerca de algo.

**CONJETURA:** Juicio que se forma de las cosas por indicios y observaciones.

**CREATIVIDAD:** Facultad de crear. Capacidad de creación.

**DESCUBRIR:** Venir en conocimiento de algo que se ignoraba.

**EXPERIENCIA:** Práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo.

**EXPERTO:** Práctico, hábil, experimentado.

**HEURÍSTICA:** Técnica de la indagación y del descubrimiento. En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

**INDAGAR:** Intentar averiguar, inquirir algo discurriendo o con preguntas.

**INSTRUMENTO:** Conjunto de diversas piezas combinadas adecuadamente para que sirva con determinado objeto en el ejercicio de las artes y oficios.

**MÉTODO:** Modo de decir o hacer con orden. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

## RESUMEN

Se determino por medio de un estudio exploratorio, que las matrices heurísticas de combinación cruzada, permiten la conceptualización de herramientas de recolección de café. Estas, al pertenecer a los métodos creativos aleatorios, posibilitan la estimulación, relación, combinación e indagación de conceptos y funciones, en las etapas de selección e incubación del problema e iluminación, dentro del proceso creativo. El instrumento basándose en la heurística, permite la conexión entre lo conocido y desconocido, posibilitando así, tener un medio, que conlleve a los posibles usuarios, potencializar la fluidez y divergencia en la generación de conceptos de herramientas, alejándolos de procesos rigurosos y desgastes mentales y de tiempo, al utilizar la intuición como guía en la concepción. El instrumento de conceptualización, luego de haberse realizado la comprobación con una muestra de expertos, en una sesión de profundidad, arrojó como resultado, el incremento de conceptos de herramientas, en comparación a las practicas personales utilizadas por cada uno de ellos, debido a que por medio de la combinación de los diferentes factores agronómicos, de diseño de productos y después de examinadas las circunstancias que rodean la actividad de la recolección manual de café en Caldas, se potencializaron las respuestas por parte de ellos, acercándose así, a un abanico de posibilidades dentro de las cuales, una o varias de ellas permitan aumentar las probabilidades de aceptación y adopción de las herramientas de recolección de café, por parte de los usuarios finales, que en esta caso son los recolectores. Igualmente con la implementación del instrumento de combinación cruzada para conceptualizar herramientas de recolección para café, se posibilita el trabajo interdisciplinario en unidades de investigación y desarrollo, conformadas por diferentes conocimientos específicos, ya que esta permite la unión o intersección de conceptos personales, llevándolos así a conceptos grupales de mayor aceptación por medio del consenso.

**Palabras claves:** Creatividad, Heurística, Café, Instrumento, Recolección.

## ABSTRACT

Through an experimental study could be determined that the conceptualization of tools for coffee harvest are also possible using crossed combination heuristic matrix. This method belongs to a creative and random process allowing the stimulation, relation, combination and quest of concepts and functions during thinking and selection moments related to a problem in the creative process. The instrument based in the heuristic allows the connection between know and unknown enabling a media that takes the possible users to potentiate the fluency and divergence in the generation of concepts for tools, putting aside unnecessary and exhaustive process thanks to the intuition as a guide in the conception. The conceptualization instrument after completed a deep checkup with the experts' sample, shown the augment of concepts and tools compared with the personals methods used by each of them, due to the combination of the different agronomical product design factors and after examined the circumstances that round the activity of manual coffee harvest in Caldas, increase the number of answers given by the experts, getting closer a sort a possibilities where one or more allow increasing the acceptance and adoption chances of the tools that in this case are the coffee collectors. The implementation of the crossed combination instrument for conceptualization of tools for coffee harvest, it's also an opportunity for interdisciplinary work in investigation & development unities formed by specific knowledge, because it accept the union or intersection of personal concepts taking it to group concepts with a huge range of acceptance.

**Keywords:** Creativity, Heuristic, Coffee, Instrument, Harvesting.

## INTRODUCCIÓN

La caficultura colombiana ha marcado en gran parte el destino del país y más específicamente del departamento de Caldas, esta sin lugar a dudas, ocupa un renglón de importancia en el desarrollo de las comunidades tanto en sus aspectos sociales como culturales. También es cierto que la caficultura colombiana de no aceptar el cambio de paradigmas como “el café solo se coge con canasto y a mano”, se verá en el corto plazo en una situación insostenible, más aun cuando dentro de los costos de producción del café, la recolección del fruto, cubre casi el 50% de los costos totales.

Para alivianar esta situación la implementación de tecnologías agrícolas en la cadena productiva del café son un camino indispensable en esta búsqueda, hecho que ya con anterioridad se ha venido trabajando en Caldas, al haberse desarrollado varias tecnologías o dispositivos para la recolección del café, sin embargo estas tecnologías no han tenido la adopción suficiente y necesaria por parte de los recolectores, que finalmente son los usuarios de ellas, para poder disminuir los costos de recolección.

El desarrollo de estas tecnologías, han estado direccionadas por el método científico, el cual conlleva a los investigadores a seguir procesos algorítmicos y definidos por pasos estrictos, esta situación en algunas ocasiones, aleja a los desarrolladores o investigadores de tecnologías, de posibles soluciones a las cuales no se llegarían por el hecho de seguir metodologías rigurosas, que no permiten potencializar la fluidez y divergencia en la generación de conceptos de herramientas; para conseguir este fin, la heurística entra como posible protagonista, con la finalidad de lograr que la experiencia y la intuición de los creadores, se conviertan en base fundamental para este hecho.

Siendo así, el presente estudio se centra precisamente en poder habilitar a los investigadores y desarrolladores de tecnologías, de un instrumento que permita conceptualizar herramientas de recolección de café, por medio de procesos creativos y heurísticos, teniendo en cuenta todos los posibles factores de la caficultura, que incidan en el resultado final.

La importancia y pertinencia de determinar y diseñar un instrumento que permita tal hecho, radica precisamente, en el poder acercar al creador de las tecnologías a procesos flexibles en su conceptualización, dando así la posibilidad de poder generar posibilidades antes no vistas y de llegar a posibles soluciones en conjunto o consenso de varias disciplinas. Así de esta manera se podría llegar a tener un

medio que finalmente incida en esta problemática tanto económica como social en la caficultura tanto caldense como la colombiana.

Desde el punto de vista metodológico este instrumento podrá ser un aporte a la comunidad científica, no solo en la cadena productiva del café, sino en otras cadenas, también de importancia en la competitividad y productividad del país.

Para alcanzar este objetivo, se realizó un estudio exploratorio de la situación, debido principalmente, a que es un problema de investigación poco estudiado, en cuanto al manejo de la heurística, en el desarrollo de tecnologías agrícolas para la recolección del café, se refiere.

Inicialmente se realizó una revisión de antecedentes de las tecnologías no tradicionales desarrolladas para la recolección de café en Colombia, así como también, de la utilización de la heurística para conseguir diferentes fines, en otros campos de estudio. Consecuentemente para sustentar teóricamente la investigación y poder tener proposiciones de estudio, se buscaron y definieron los marcos teóricos de acción, enmarcados principalmente por el estudio de la creatividad, los métodos creativos, la heurística y las características de la caficultura caldense incluyendo obviamente la recolección de café.

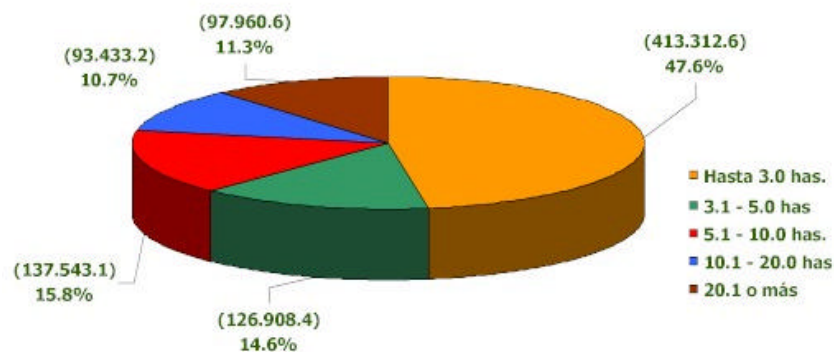
Después de determinado el instrumento o medio de conceptualización, se procedió inicialmente a realizar su diseño, teniendo en cuenta los factores principales con sus diferentes variables, que inciden en el diseño de herramientas para la recolección de café. Paso siguiente se procedió a comprobar dicho instrumento con una muestra de expertos, los cuales se escogieron directamente sin aleatoriedad, en tres categorías; los primeros **investigadores científicos** con experiencia en el diseño de herramientas para la recolección de café; los segundos, profesionales conocedores del gremio de cafeteros, de los desarrollos agrícolas para la cadena productiva del café, del cultivo en general, que para este caso son los **extensionistas** de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; y finalmente profesionales los cuales dentro de sus competencias laborales, tengan las de diseñar productos, que en este caso son los **diseñadores industriales**.

Esta comprobación con los expertos, se realizó en sesiones de profundidad con las personas anteriormente expuestas, en las cuales ellos utilizaron el instrumento de conceptualización de herramientas para la recolección de café y luego dar sus opiniones al respecto.

Con esta investigación se pretende determinar, cual medio posibilita la concepción de herramientas de recolección para el café, a los creadores incluyendo la heurística, como medio principal de incubación e iluminación en el proceso creativo, buscando así romper con procesos no flexibles, que tal vez alejen a los desarrolladores de posibles soluciones, con potencial de ser innovadoras, de lograrse su adopción en la caficultura colombiana.



Figura 2. Distribución nacional por área.



Fuente. Federacafé, 2007.

El cultivo del café genera alrededor de 640.000 empleos directos que corresponden al **29,5% del empleo rural**, con 566.000 familias cafeteras, que aportan el 12,4% del PIB agrícola y una participación en las exportaciones a 36 países, del 7% en el 2004. (Federacafé, 2007).

La recolección manual de café representa un rol influyente en la característica final del café producido en Colombia. Para obtener cafés de buena calidad se hace necesario desprender esencialmente los frutos maduros y de **manera manual**. Esta se ha realizado durante varios años con un recipiente también llamado “coco”, que se sujeta en la cintura. El primer canasto recolector del cual se conocen reportes estaba elaborado en fibra vegetal; una de las desventajas que presentó durante su utilización, fue el deterioro del material utilizado para la fabricación del canasto, debido a que su mayor uso se presenta en época de lluvia. Como alternativa se propuso un recipiente plástico también sujetado en la cintura, que en la actualidad es considerado como una herramienta fundamental en la cosecha manual tradicional en todas las regiones cafeteras del país.

Figura. 3. Dispositivo de recolección manual tradicional de Colombia.

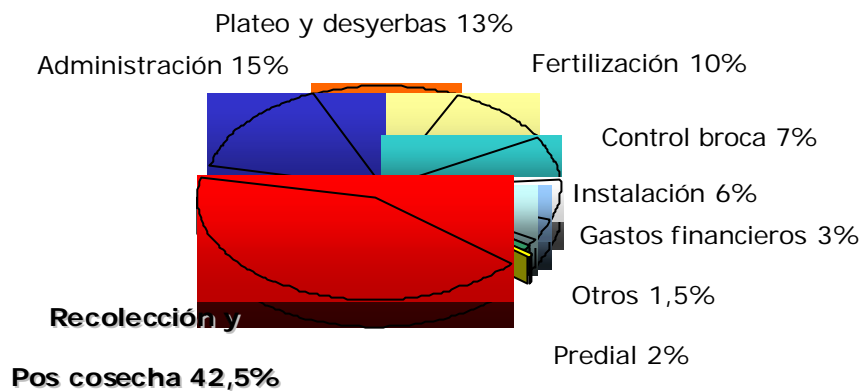


El desprendimiento selectivo de frutos maduros por medios manuales (en forma individual en la mayoría de los casos) afecta notoriamente el rendimiento de un recolector lo cual se refleja en el precio unitario a pagar por esta labor. Cuando la oferta de frutos maduros (concentración) es muy baja, el precio unitario alcanza su máximo valor (más de \$400/kg), mientras que en las épocas de mayor flujo de cosecha tanto la oferta de frutos maduros como la concentración alcanzan su mayor valor, y el precio disminuye a valores entre \$ 250 a \$ 300/kg. Además en épocas de cosecha traviesa o “pepeo” los ingresos de los recolectores se ven seriamente afectados por la disminución de la oferta a cosechar, tanto por factores netamente agronómicos y también en algunas ocasiones como por factores climáticos y la disminución de la utilización de fertilizantes en algunos sectores cafeteros.

Además, en la recolección manual de café (etapa de cosecha) se presenta escasez de mano de obra y altos costos por concepto de jornales; estos se constituyen en factores críticos para la producción competitiva de café en Colombia, adicionalmente el problema de infestación de broca en los cafetales exige un manejo que por medios manuales no es viable ni técnica ni económicamente; las condiciones difíciles que presenta el suelo colombiano para recoger los frutos del suelo (falta de luz, presencia de hojarasca o "mulch" y ramas bajas entre otros) la dispersión de frutos en los platos de los árboles y la posición incomoda y poco ergonómica que asume la persona encargada de realizar esta actividad (arrodillado), hacen que sea una labor muy ardua y costosa. Los frutos que caen al suelo generalmente no son recogidos inmediatamente, constituyéndose a corto plazo en pérdida económica para el caficultor y a mediano plazo en refugio y alimentación para la broca, con grandes implicaciones económicas que llevan a una baja calidad del café, debido a los altos niveles de infestación en la cosecha siguiente.

Sumando estos factores la **recolección manual** de café es una de las actividades que más incide en los costos de producción, representando aproximadamente un **45% de los costos** totales de producción, que para la situación actual económica y ambiental, constituye uno de los factores más críticos para la caficultura colombiana y de por sí para la economía agrícola del país.

Figura 4. Costos de producción cadena productiva del café.



Fuente. Federacafé, 2007.

Para solucionar esta situación se han desarrollado **diferentes tecnologías de recolección manual** en el Centro Nacional de investigaciones del Café, Cenicafé, con las cuales se ha tratado de implementar diferentes dispositivos que aun obteniendo resultados promisorios, no se han implementado por factores como rechazo por parte de los recolectores o dificultades en la implementación y posible adopción en campo. Estos procesos de investigación están enmarcados por métodos científicos inexorables que en algunas ocasiones conllevan al investigador a no tener en cuenta nuevas concepciones de herramientas, por estar centrado en un problema ya definido; esta situación disminuye las posibilidades que si otorgan los procesos heurísticos y creativos.

Esta situación lleva a identificar la necesidad de tener instrumentos que permitan a los investigadores de los centros de investigación, a los departamentos de investigación y desarrollo de empresas del sector, para poder **conceptualizar nuevas herramientas** por medio de procesos **flexibles**, donde se indague y descubran por medio de procesos, creativos y heurísticos.

## **1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué instrumento, a comprobar, posibilita conceptualizar por medio de procesos creativos y heurísticos, herramientas de recolección manual para la caficultura caldense, 2010?

## **1.4 OBJETIVOS**

**1.3.1 General.** Determinar y comprobar con expertos, el instrumento que permita conceptualizar por medio de procesos creativos y heurísticos, herramientas de recolección manual para la caficultura caldense, 2010.

### **1.3.2 Específicos.**

- ? Determinar las características de los procesos de la recolección manual del café caldense.
- ? Identificar un instrumento que permita conceptualizar diferentes herramientas para la recolección manual, del café caldense.
- ? Llevar a cabo con el instrumento un proceso de diseño conceptual no riguroso, para la creación de herramientas de recolección de café.
- ? Comprobar con expertos el instrumento de conceptualización de herramientas.

**1.3.3 Propósito.** Generar opciones creativas a través de la implementación de una matriz en donde los investigadores de manera participativa y aleatoria voluntaria puedan aportar elementos para la conceptualización. Para luego reunirse y generar combinatorias de solución.

**1.3.4 Conjeturas iniciales.** La utilización de un instrumento que ayude a conceptualizar por medio de procesos creativos y heurísticos, permite la concepción de herramientas de recolección manual para la caficultura caldense, 2010, al igual que para otros tipos de investigación.

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

Las innovaciones en agricultura se podrían definir como aquellos nuevos conocimientos y tecnologías que se crean para suplir insuficiencias en las fases de producción, procesamientos y comercialización y que a su vez son destinados a los procesos económicos y sociales de una respectiva cadena productiva. Como resultado de estas innovaciones, los productores, procesadores y comercializadores se tornan mas competitivos, producen o venden productos de sobresaliente calidad y generan mayores dividendos y en ultimas instancias, beneficios para toda la sociedad.

Sin embargo estas innovaciones han venido encabezadas por el sector público y gubernamental, dejando así aparte **el potencial investigativo de las empresas privadas dedicadas al desarrollo de tecnologías agrícolas**, las cuales, según Pomareda C. y Hartwich F. (2006), se ven alentadas a incursionar en este campo al cumplirse las siguientes condiciones, según el estudio de Agro negocios Latinoamericanos:

- ? Una mejor comprensión de los costos y beneficios de innovar a nivel de los procesos de producción, transformación y comercialización.
- ? La existencia de demanda del producto o servicio resultante de la innovación.
- ? La competencia, que motiva al innovador a mantener o incrementar su porción de mercado, a establecer barreras de entrada y a desplazar a sus competidores.
- ? La presencia de condiciones favorables para la inversión, incluyendo acceso a capital de inversión, tasas de interés favorable, incentivos fiscales, simplificación de trámites, estabilidad legal y política.
- ? Una mejor comprensión de las leyes y regulaciones sobre derechos de propiedad intelectual y suficiente capacidad para su aplicación.

Para esto cuando la empresa privada desea innovar, debe implementar su propio departamento de investigación y desarrollo (I&D), complementado con el capital humano necesario y pertinente para el desarrollo de tecnologías, la cual en algunas ocasiones se realizan bajo la modalidad de alianzas con entidades de investigación pertenecientes a universidades o el sector publico.

Algunas de estas iniciativas empresariales tuvieron sus inicios en los propios centros de investigación, como es el caso puntual de **Cosechemos**; empresa dedicada a desarrollar tecnologías agrícolas, con una amplia experiencia en los sectores científico y cafetero, naciendo con el propósito de cerrar la brecha existente entre las nuevas tecnologías para la caficultura y el caficultor.

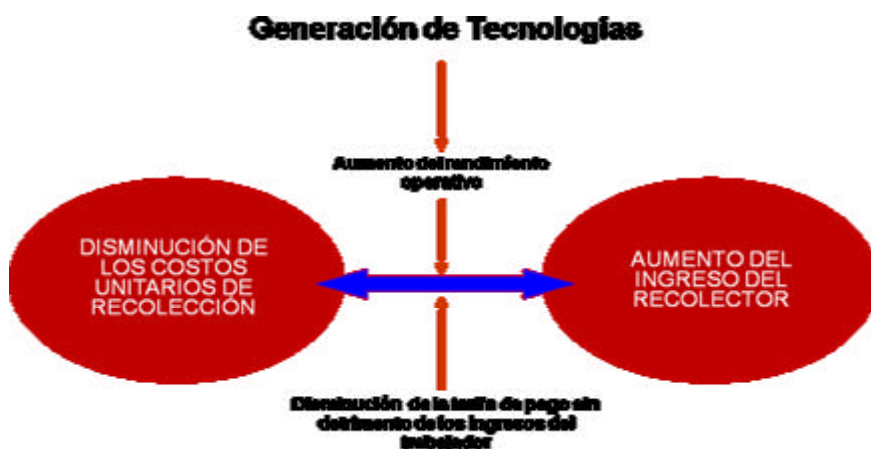
Figura 5. Logo Cosechemos Ltda.



Cosechemos Ltda. se trata de una empresa de base tecnológica perteneciente al sector agroindustrial especializada en la investigación, producción y comercialización de soluciones tecnológicas aplicable en las actividades agrícolas particularmente en las de la cadena productiva del café (recolección, beneficio y secado del café pergamino), la cual de acuerdo a su Misión y Visión, le es pertinente el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, para lo cual el desarrollo de un instrumento de conceptualización de herramientas, sería de total importancia, tanto científica como estratégicamente, ya que este instrumento se convertiría en un **aporte a la comunidad científica**, dando así crédito a la experiencia de su equipo de trabajo.

Para Cosechemos ante el panorama anteriormente expuesto, la implementación y pertinencia de nuevas herramientas de recolección manual para la cosecha de café, que permitan aumentar la eficacia de recolección y disminuir las pérdidas de café, responde a las necesidades particulares de la propia **organización**.

Figura 6. Diagrama conceptual del “gana-gana”.



**Metodológicamente** el aporte de esta investigación radica en posibilitar la generación de herramientas, por medio de la facilitación del desarrollo de ideas abstractas a partir de la experiencia, teniendo así diferentes conceptualizaciones por parte de los usuarios, por medio de un instrumento, que permita determinar conceptos mentales ajustados, a una realidad después de examinadas las circunstancias que rodean la actividad de la recolección manual de café. Así pues de esta manera se permitiría al investigador o creador, tener un amplio panorama de soluciones viables, ya que estas se producirían de un instrumento basado en la experiencia e indagación.

Este proceso de indagación por medio de la heurística a través de un instrumento, es de total **relevancia** ante lo que representa la cadena productiva del café en Colombia y en Caldas, económicamente, socialmente y culturalmente. Así se permitirá aumentar el panorama de posibles acercamientos a las soluciones en recolección manual de café y de esta manera se implementaría una nueva posibilidad de creación de nuevos conceptos.

## 2. REFERENTE TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Dentro de los antecedentes tendremos en cuenta dos temáticas a saber:

- ? Herramientas de recolección manual de café, diseñadas y utilizadas en Colombia así como también de otros países cafeteros de la región americana y
- ? Métodos de conceptualización de herramientas utilizados en otros países, así como también instrumentos de conceptualización, utilizados en áreas diferentes a la agricultura.

**2.1.1 Herramientas de recolección manual de café.** En el caso específico de Colombia la recolección manual de café se ha realizado durante más de 200 años con canastos ubicados en la cintura, así mismo podemos afirmar que el avance tecnológico más grande que ha tenido la recolección de café en Colombia es cambiar el canasto o "coco" de fibra a un canasto de plástico.

Figura. 7 . Dispositivo de recolección tradicional de Colombia.



Sin embargo existen diferentes investigaciones realizadas en el Centro Nacional de investigaciones del Café, en las cuales se han desarrollado diferentes dispositivos que aun obteniendo resultados promisorios no se han implementado por factores como rechazo por parte de los recolectores o dificultades en la implementación en campo. A continuación veremos los referentes más importantes para la investigación, teniendo como base la participación del autor en su desarrollo científico tanto como investigador del Centro, como de la organización Cosechemos.

**2.1.1.1 Lengüeta.** Vélez Z. J.C.; Montoya, R.E.C. y Oliveros, T.C.E. (1999) realizaron e implementaron una extensión en polímero llamada Lengüeta, en el canasto tradicional y así poder realizar un nuevo ciclo de cosecha<sup>1</sup>. A pesar de los buenos resultados encontrados con la extensión, en diferentes tratamientos aplicados, resultó para algunos recolectores incómodo, ya que al cosechar los frutos de las ramas inferiores del árbol al recoger aquellos caídos al suelo; podían golpearse en la cara (argumento de los recolectores). (Ver figura 8).

Figura. 8 . Canasto con extensión.



**2.1.1.2 Rollernet e Italianet.** Álvarez V. Juan A, Carlos E. Oliveros T, Cesar A. Ramírez G. (2004), diseñaron dos métodos para el manejo de las mallas de recolección de café manual, en terrenos pendientes hasta del 30%, sembrados en café con distancias de siembra de 2,0 x 1,0m, dos árboles por sitio y en el estado de tercera cosecha.

En el primer sistema, denominado Italiannet, la malla se soportó en cables de plástico de alta resistencia a la tensión (poliamida) colocados en la base de los árboles por recolectar por medio de un gancho de sujeción con caucho espumado, con el fin de permitir su desplazamiento por debajo de las ramas del tercio inferior del árbol.

---

<sup>1</sup> El nuevo ciclo de cosecha consta de 4 pasos o micro movimientos en comparación con la recolección tradicional que consta de 6 pasos o micro movimientos, esta temática se abordara con más énfasis en el marco teórico de la presente investigación.

Figura. 9 . Dispositivo Italiannet.



En el segundo sistema, denominado Rollernet, se utilizó un dispositivo diseñado para agilizar el manejo de la malla y la recolección del café depositado en ella. Esto se realizó con la utilización de la malla como un rollo de tela, la cual se podía tanto extender como recoger por medio del giro del eje en el cual va la malla.

Figura. 10. Dispositivo Rollernet



El rendimiento de los recolectores con los sistemas Rollernet e Italianet, fue de 90,5 y 100,3kg/ jornal, respectivamente; y las pérdidas por frutos caídos al exterior de la malla fueron del 0,081% y 0,092%, respectivamente. Con los dos dispositivos se tuvo igual desempeño y se logró disminuir en más de 99% las pérdidas por la caída de frutos al suelo.

**2.1.1.3 Beltnet.** El dispositivo Beltnet diseñado por Álvarez en el 2006, permitió disminuir durante la cosecha manual del café, las pérdidas de frutos que caen al suelo durante la recolección en mas de un 90%, mejorando las condiciones de trabajo de los operarios al no tener que llevar la carga del café en sus cuerpos, conservando los indicadores de calidad y eficacia y logrando aumentar el indicador de rendimiento como mínimo en un 30%, ya que con su uso se pueden obviar algunos movimientos de las manos o micro movimientos, en los cuales los recolectores con el método tradicional (canasto) invierten demasiado tiempo. Oliveros T. Carlos E., Álvarez V. Juan A, Ramírez G. Cesar., Sanz U. Juan R., Moreno E. L., Peñuela M. Aida E. (2006)

Figura 11. Dispositivo Beltnet.



**2.1.1.4 Manga para la recolección manual del café.** La Manga Recolectora Cenicafé, es un dispositivo con el cual se pretende reducir al mínimo el tiempo empleado en los movimientos estrictamente necesarios para cosechar café manualmente. Esta manga está entre las tecnologías generadas por Cenicafé que han recibido mayor aceptación por parte de los caficultores y recolectores colombianos. López F. Hugo Andrés., Oliveros T. Carlos E., Cesar A. Ramírez G., Álvarez V. J. Alejandro., Sanz U. Juan Rodrigo. (2008)

Figura. 12. Manga recolectora Cenicafé.



El sistema básicamente consta de un aro flexible el cual va sujetado en el antebrazo del operario, que permite capturar los frutos desprendidos y conducirlos por medio de una manga flexible a un depósito de espalda.

**2.1.1.5 Cosecha+.** El dispositivo cosecha+ se basa en el desarrollo realizado en Cenicafé reportado por López et al (2008), los cambios realizados se basaron en tener la férula y el aro de captura inyectados en plástico, lo que permitió reducir considerablemente el peso manejado por el recolector en el antebrazo, además se realizaron cambios en el área de almacenaje, ya que esta se diseñó con características ergonómicas que permiten que el recolector no maneje el peso en la espalda. Estos cambios se realizaron en la organización Cosechemos.

Figura. 13. Dispositivo Cosecha+.



**2.1.1.6 Aro Coco.** Para poder permitir la utilización de la manga recolectora sin necesidad de morrales o canguros, Álvarez V. Juan A., diseñó dentro de la organización Cosechemos, un gancho de sujeción entre la manga y el coco tradicional aumentando así la viabilidad de implementación de la manga, al poderse reducir el costo de producción y de por si el costo de venta. La funcionalidad del gancho de sujeción fue óptima y no se presentaron dificultades en los trabajos de campo donde se evaluó.

Figura 14. Dispositivo Aro Coco.



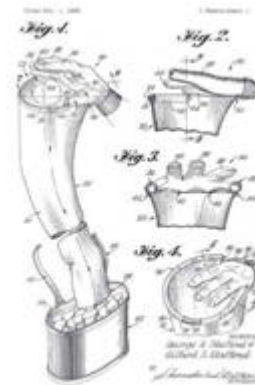
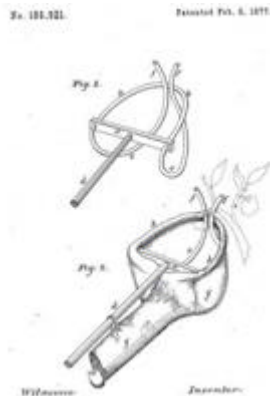
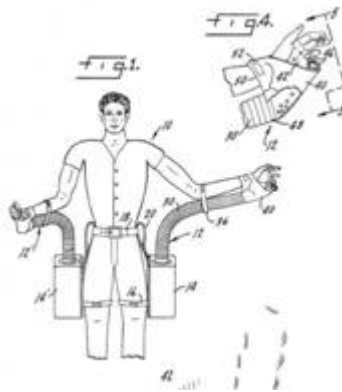
**2.1.1.7 Malla Plus.** Este dispositivo diseñado por Álvarez V. Juan A. se basa en la intersección del Canguro recolector y el dispositivo Beltnet, con el se le brinda la posibilidad al recolector poder trabajar los tercios medio y primero de los árboles de café con mayor facilidad, además de permitir trabajar dos o tres árboles desde la misma posición. Con el dispositivo se lograron reducir las pérdidas en un 99% y aumentar el rendimiento hasta un 45% (pruebas realizadas en la Sierra Nevada de Santa Marta).

Figura. 15. Dispositivo Malla Plus.



**2.1.1.8 Entorno Mundial.** A nivel mundial y con la finalidad de incrementar los rendimientos operativos en la recolección de frutos de café y disminuir perdidas, se han desarrollado múltiples herramientas. Sin embargo estas tecnologías, nuevas en su momento histórico, no encontraron la adopción necesaria para su implementación ni su éxito comercial, que es otra manera de comprobar la pertinencia de una tecnología.

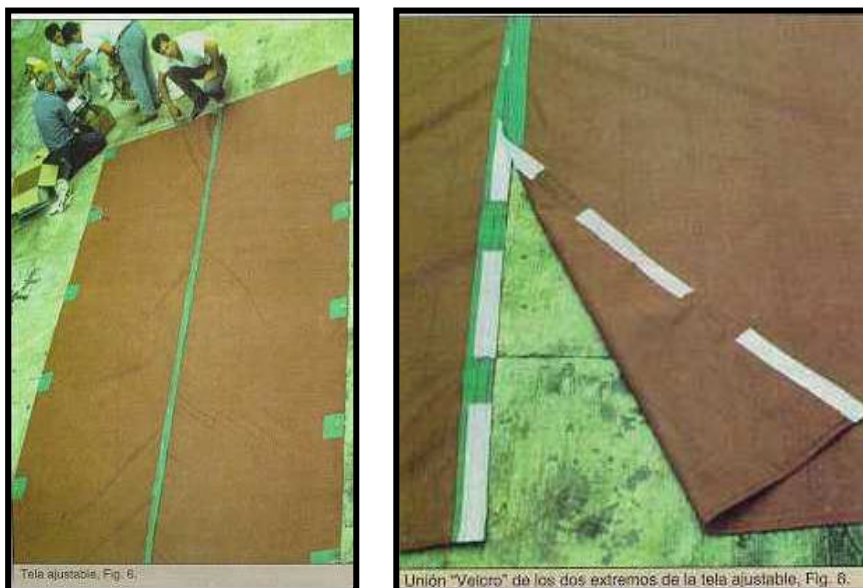
Figura 16. Imágenes de dispositivos diseñados para recolección de frutos. Tomado de <http://www.google.com/patents>.



Más específicamente en América encontramos diferentes dispositivos de uso cotidiano, estos varían según las prácticas de recolección, a continuación veremos algunos de ellos.

**Costa Rica.** Zoli, M., Vieri. M. y Leguizamón. J. (2000.), evaluaron en Costa Rica un sistema llamado “*Tela Ajustable*” para retener frutos desprendidos con un vibrador portátil del tronco, el cual está compuesto por dos telas de nylon de trama fina, cada una de 5 x 2 metros de longitud, las cuales se instalaron a lado y lado del surco del árbol y para su unión se utilizaron unas cintas de “velcro”.

Figura 17. Velcro utilizado para la unión de las telas, y dispositivo completo.



Cada tela contaba en sus lados externos con sujetadores en forma de gancho los cuales permitían tensionar las telas, al ser colgadas en las primeras ramas del segundo tercio de los árboles laterales a la hilera por cosechar. El Prototipo tiene un peso total de 5 Kilos. Según los autores con la tela ajustable se agiliza el trabajo en cafetales y se facilita la descarga del producto.

**Brasil.** En Brasil, se emplean lonas en la cosecha de café (Figura 18), de material similar al empleado en los empaques de fertilizantes, para recoger los frutos desprendidos con el método manual denominado “*derriza*” (raspado de la rama) y con batidores mecánicos. Las impurezas presentes en el material retenido en las lonas son posteriormente retiradas utilizando máquinas aire-zaranda ó mediante su agitación en una zaranda circular, conocida como “*Peneira*” (Figura 18).

Figura 18. Lonas utilizadas en Brasil, del mismo material de los empaques de los fertilizantes.

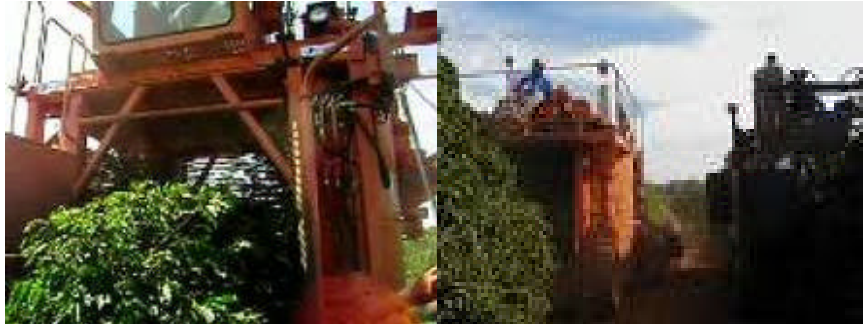


Figura 19. Criba o Peneira utilizada en Brasil para la cosecha de café.



En cuanto a cosecha mecanizada de café en la figura 20, podemos observar una cosechadora de café; estas cosechadoras no son selectivas ya que desprenden por impacto en el follaje, todos los frutos del árbol de café, incluyendo los inmaduros, esta práctica agrícola se da por la calidad del café que se cosecha en Brasil.

Figura 20. Maquinas cosechadoras de café.



Igualmente existen dispositivos manuales asistidos como las cosechadoras portátiles de impacto a follaje o derrizadora; con estas herramientas igualmente se desprende todo tipo de frutos como en el caso de las cosechadoras mecánicas.

Figura 21. Maquina cosechadora portátil de café.



**Puerto Rico.** De Puerto Rico tenemos referencia del dispositivo llamado “Tico”, básicamente es un recipiente de cintura con capacidad para 20 kg de café cereza, en evaluaciones informales realizadas en Colombia se percibió rechazo por parte de los recolectores, por su alto peso en el momento de mayor carga.

Figura 22. Canasto de recolección "Tico".



También Chandler, J. V., Sila, S. y Abruña, F. (1969). evaluaron en Puerto Rico, un nuevo método para la cosecha de café, en lotes sembrados con variedad Borbón a plena exposición, con distancia entre árboles y surcos de 1.2m x 3.0m, respectivamente, en suelos con pendiente de 40%.

Básicamente el nuevo método consistió en colocar mallas plásticas en las calles de los árboles, durante 3 ó 4 semanas para atrapar los frutos que por su avanzado estado de maduración se desprenden, y mediante golpeo con varas, terminar de desprender los frutos que no hayan caído.

Podemos concluir que el estado del arte en recolección manual de café en cuanto a los desarrollos realizados se refiere; los más pertinentes y con mejores resultados se encuentran en Colombia, esto en gran parte debido a las investigaciones realizadas en Cenicafé, en la disciplina de ingeniería agrícola; estos dispositivos desarrollados por grupos interdisciplinarios, muestran el alto nivel investigativo de este centro de investigaciones, que sin lugar a dudas es uno de los pioneros mundiales en la temática de desarrollar dispositivos para la recolección manual de café para Colombia y lógicamente para Caldas.

## 2.1.2 Métodos o instrumentos de Conceptualización

**2.1.2.1 Método de conceptualización de herramientas CESAM.** López F. Hugo A. (2004), hace referencia a este método que puede ser aplicado para el diseño de equipos y maquinaria agrícola y requiere de un cierto número de pasos prescritos y de estricto cumplimiento que aseguran el éxito del proyecto.

El método CESAM, es un método que parte de las necesidades reales de los usuarios de las nuevas tecnologías agrícolas y del Análisis del Valor para definir luego las herramientas que posibilitarán la conformación técnica de los equipos.

El estudio se fundamenta con la identificación de las funciones básicas y las funciones secundarias, pero estas últimas son las que pueden cambiarse o eliminarse si se puede dar un valor mejorado. Continúa con la búsqueda de opciones creativas y con la evaluación de cada una de estas para observar la posibilidad de las ideas, su costo y la contribución que dan al valor. Finalmente se consolidan las mejores ideas en un plan para las mejoras del equipo y del servicio que presta, dando respuesta a preguntas como:

- ? ¿Qué operaciones son realmente necesarias?
- ? ¿Se pueden eliminar algunas operaciones, combinarse o simplificarse?
- ? ¿Puede rediseñarse la operación?
- ? ¿Puede mejorarse la distribución para reducir la distancia que se recorre?
- ? ¿Pueden utilizarse mejores métodos, procedimientos o equipos?

Tabla 1. Metodología Cesam

<b>FASES</b>
1. Iniciación del proyecto
2. Análisis de las necesidades
3. Investigación de principios
4. Selección de soluciones técnicas (Creatividad)
5. Definición del producto
6. Construcción del prototipo
7. Validación del prototipo
8. Evaluación del proyecto

Como podemos observar en la metodología Cesam en la fase 4<sup>a</sup> Selección de soluciones técnicas, encontramos la etapa de Creatividad la cual no contempla la utilización de métodos creativos como las analógicas, antitéticas y aleatorias, ella simplemente se basa en el análisis de los principios antes analizados para integrarlos en las soluciones técnicas, demostrando ser una metodología basada en el **Análisis del Valor**, excluyéndola de la posibilidad que da la heurística como fuente de posibles innovaciones futuras.

**2.1.2.2 Matrices de descubrimiento.** Las matrices de descubrimiento<sup>2</sup> ya pertenecen a la extensa historia de la humanidad, esta técnica tiene sus bases en la posibilidad de combinar e intersectar ideas, de tal manera que se produzcan nuevas conexiones sinápticas, que lleven a soluciones originales.

**Ars Magna.** Dentro de los primeros antecedentes históricos de la utilización de la heurística, encontramos el dispositivo Ars Magna o Ars combinatoria, realizada por el español Ramón Llull en el siglo XIII; esta constaba de 3 círculos, los cuales representaban elementos fundamentales de la Iglesia Católica, que al rotarse, permitían la creación de un nuevo elemento a la vez comprobando la veracidad o mentira de un postulado. Así de esta manera Llull creó y fundó el concepto de un nuevo método u organización de pensamiento heurístico por medio de un dispositivo. Tomado de <http://de.wikipedia.org/wiki/Heuristik>.

Figura 23. Regla heurística Ars Magna.



**Regla Heurística para Creatividad y Marketing.** Clasificado como publicidad heurística, el libro “Creatividad y Marketing” de Roberto Dualibi y Harry Simonsen (1992), muestra la importancia de la creatividad en el área del mercadeo dentro de las empresas, para esto, ha diseñado una regla heurística que permite obtener

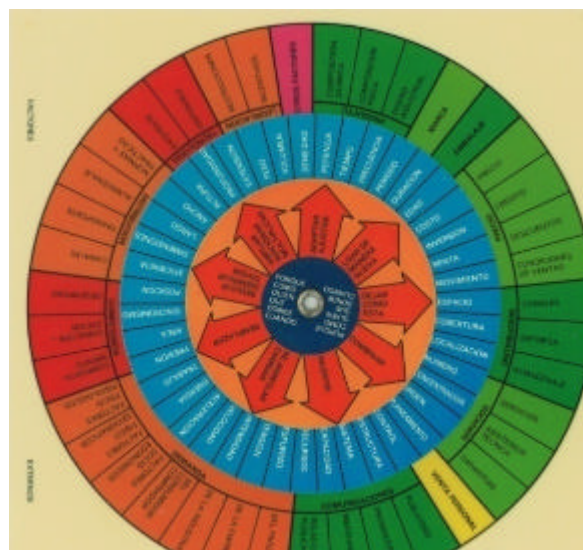
---

<sup>2</sup> Para la temática de matrices de descubrimiento, no se abordaron todas las tipologías existentes de matrices heurísticas, por su amplio campo de utilización, para esto se abordara el estudio de las matrices, que nos permitan ver su uso en diferentes áreas del conocimiento. Algunas de las matrices a estudiar las encontraremos dentro del capítulo del marco teórico, ya que son base fundamental para el desarrollo del instrumento.

alternativas de soluciones relativas, incluyendo factores tanto externos, (demanda, competencia, distribución, etc.) como internos, (productos, servicios, publicidad, etc.) buscando así, posicionar mejor a la organización.

Para esto los autores, proponen manejar una regla heurística circular de 4 niveles, en el primer nivel o círculo central se manejan las preguntas básicas utilizadas en métodos de investigación, por medio de las cuales los autores pretenden dar una guía básica al consciente del pensamiento (Cómo, Qué, Dónde, Cuándo, Quién y Por qué); en el segundo nivel se proponen una lista de preguntas técnicas buscando así extraer buenas ideas (Imagine adaptar, dejar como esta, invertir, sustituir, reajustar, combinar, ampliar, adicionar, multiplicar, reducir, disminuir, dividir o usar de una manera nueva); finalmente se hace la combinación de los anteriores conjuntos (círculos) con los elementos pertenecientes al marketing mix, con los factores cualificantes, que son elementos tomados de la física, matemáticas y finanzas y así de esta manera, se logran definir situaciones y caminos seguros para hallar soluciones.

Figura 24. Regla Heurística para creatividad y marketing .



**Matriz Heurística de las Siete C's – SICOGGEMA.** José Luis Ruiz Guzmán, Gerardo Gómez González, Arturo Janovitz Klapp Esperanza Robles Valderrama y Silvia Susana Olivares Marín, proponen un sistema dirigido al aprendizaje de la implementación de la gestión tecnológica en las Pymes, para esto los autores plantean un área heurística de juicios, donde

buscan integrar la visión de conjunto, para producir las oportunidades que el mercado demanda. (2001).

*“El tránsito desde la imaginación hasta la generación de opciones innovadoras, inicia por despertar el **interés** por el cambio cultural de la empresa, en suministrar **información**; en explorar nuevas **ideas**; en **intercambiar** experiencias logísticas de operación; en prever contingencias de recuperación del capital de **inversión**; en controlar la **implementación** del proyecto, desde la integración de proveedores hasta la atención al cliente; en valorar el **impacto** de la optimización de la productividad y gestación de ventajas competitivas. El sistema apunta a la capacitación de la gerencia de investigación y desarrollo tecnológico”.*

La matriz heurística esta conformada por las Siete I's: interés, información, ideas, intercambio, inversión, implementación e impacto, y las Siete C's: cliente, competencia, cambio, cultura, capital, control y contingencias.

Estas constituyen una guía útil que según los autores siempre deben estar en la mente de los empresarios, con la finalidad de suministrar **"el viaje desde la imaginación hasta la innovación"**, para así producir nuevas ideas. Tomado de [www.fundaj.gov.br/rtec/not/not-061.doc](http://www.fundaj.gov.br/rtec/not/not-061.doc).

Figura 25. Matriz Heurística de las Siete C's

Matriz Heurística por el interés de Innovar		Las Siete C's de la Empresa					
Las Siete I's de la imaginación-Innovación		Cliente	Competencia	Contingencia	Cambio Cultural	Capital	Control
Interés	El producto o servicio	Discutir sobre ventajas	No saber innovar	Es el turno de las PYMES	¿Sabes besar a la frontera?	La única amiga los conocimientos	Aprenda a incrementar su ¿Gerentes del Conocimiento?
Información	Detectar el sueño de los clientes	Frontera del conocimiento	They all laughed at...	La Tecnología de la Información	El conocimiento fuente de valor	¿Cómo descubrir zonas rentables?	Where's The Big idea?
Ideas	Vivulando	Foco aprendido	La idea	Estados posibles de la empresa	Gestión del conocimiento para la empresa	Chief Knowledge Officer	
Intercambio	Servicio, Cambio, abierto	E-ahora	Geografía es destino	Pequeños científicos	El dilema innovador	Las viejas reglas ya no sirven	¿Cómo? Hiperinnovación
Invertir	En busca de lealtad	Imitar o ser imitado	Assasin, Edison and his equals	Brecha Geográfica	Visitas, variedad o rentabilidad	El ciclo de vida de un producto	

## 2.2 MARCO TEÓRICO

**2.2.1 Creatividad.** La creatividad, se ve o siente, como algo lejano o casi divino, casi semejante a un poder especial en ciertas personas relacionadas con grandes inventos o con capacidades casi sobrehumanas.

Eduardo Martínez Jáuregui, Christian Guillermo Naranjo Herrera, Graciela Aldana de Conde, Carlos Alberto Gonzales Quitian y Jahir Rodríguez Rodríguez (2010), en el libro *Creatividad & Innovación*, y mas específicamente en el capítulo "Creatividad e innovación, juntas pero no revueltas", redactado por Martínez E. describe en los siguientes términos, la relación entre el hombre y su creador, "*El reconocimiento del hombre creador es, desde tiempos muy remotos, atribuido a un acto transgresor de la divinidad. Es decir, la capacidad creativa del hombre se reconoce como una cualidad divina pero es una cualidad que **ahora esta en manos de los hombres y de las mujeres***".

Hombres y mujeres que conformamos las culturas, en las cuales la creatividad hace parte de ellas y en si de todas las personas, transformándolas por medio de la comunicación de conocimientos, posibilitados por el pensamiento divergente; el cual necesita del alimento necesario y específico para que este se de.

Todos y cada uno de nosotros tenemos la capacidad de ser creativos y formular ideas antes no expuestas, pero para que este hecho casi divino, se de, se necesita de comportamientos y disposiciones mentales que inciten esta situación. Cuando hablamos de comportamientos podemos hacer referencia a estilos de vida. Por consiguiente para conseguir estos comportamientos debemos romper con la cotidianidad y así de esta manera "exprimir el cerebro". (Michalko, 2001).

Sin embargo y aun en los tiempos actuales y después de tantos años de investigación sobre la definición de la creatividad, no se encuentra una definición que sea unánime entre los investigadores de la temática. Desde la propia enunciación del Diccionario de la Real Academia Española en su versión 22<sup>a</sup>, en la cual define la creatividad como "*f. facultad de crear, f. capacidad de creación*", surgen complicaciones para encontrar una posición de concordancia entre los autores que se han dedicado a intentar saber a fondo esta característica de la personalidad humana, tal vez olvidando que la creatividad es un proceso humano y que por lo tanto es difícil de investigar.

Sikora J. (1979) en su Manual de métodos creativos confirma, este hecho, *“Para el lector no muy familiarizado con la presente materia resultara conveniente una breve armonización conceptual. Como ocurre en otros campos científicos, tampoco aquí hay conceptos universalmente válidos. Mencionemos como consuelo – o no – que durante un simposio sobre creatividad los científicos presentes asociaron al termino “creatividad” más de cuatrocientos significados distintos”*.

Para hacer referencia a los términos que habitualmente se asocian con la palabra creatividad, Josep Muñoz (1994) en su obra el pensamiento creativo hace el siguiente aporte, *“En una encuesta sobre este tema, contestada por 24 estudiosos en 1964, comprobamos que la creatividad se asociaba 16 veces a «originalidad»; 10, a «nuevo», «novedad»; 6, a «extraordinario», en el sentido de no habitual, y 6, a «inventiva» o «inteligencia». De todas maneras, y como vemos, la única cosa clara es la dificultad para definir este concepto, ya expresada en 1968 por Ausubel al caracterizarlo como uno de los términos más ambiguos y confusos de toda la psicología moderna”*.

Muñoz (1994) hace referencia a la definición de Guilford como la más “pura” desde la personalidad humana, citando que es *“La capacidad mental que interviene en la realización creativa caracterizada por la fluidez, la flexibilidad, la originalidad, su capacidad de establecer asociaciones lejanas, la sensibilidad ante los problemas y por la posibilidad de redefinir las cuestiones”*. Acá claramente podemos distinguir algunas de las principales características de las personas creativas definidas por Guilford.

Ketchman con bastante semejanza define la creatividad como la *“Capacidad de una persona para conseguir fluidez mental, flexibilidad espontánea, productos originales y asociaciones remotas en respuesta a un problema o estímulo”* (Muñoz, 1994).

Erika Landau (1987) se refiere al **carácter polifacético** de la creatividad, el cual se descubrió en las primeras investigaciones realizadas en Norte América en los años 50; en ellas encontraron que habían tantos tipos de creatividad, como comportamientos humanos y tantos los aspectos de la creatividad como la misma naturaleza humana, dándose en todas las edades y culturas sin distinción alguna; referenciando a Smith, Parnes y Guilford, afirma también que las investigaciones demostraron que la creatividad y sus procesos independientemente del área de aplicación tenían una capacidad en común que es la de encontrar relaciones entre experiencias antes no relacionadas los cuales dan lugar a nuevos esquemas mentales como experiencias, ideas o productos nuevos.

Parnes define la creatividad como la “Capacidad para encontrar **relaciones entre experiencias antes no relacionadas**, y que se dan en la forma de nuevos esquemas mentales, como experiencias, ideas o productos nuevos”. (Muñoz, 1994).

Podríamos considerar como un acuerdo en general en reflexionar la creatividad, como una capacidad que tenemos todos los seres en común, y que indiferentemente del ser, esta se puede desarrollar en diferentes grados, admitiendo que los resultados de los procesos creativos pueden ser diferentes, según el área de aplicación.

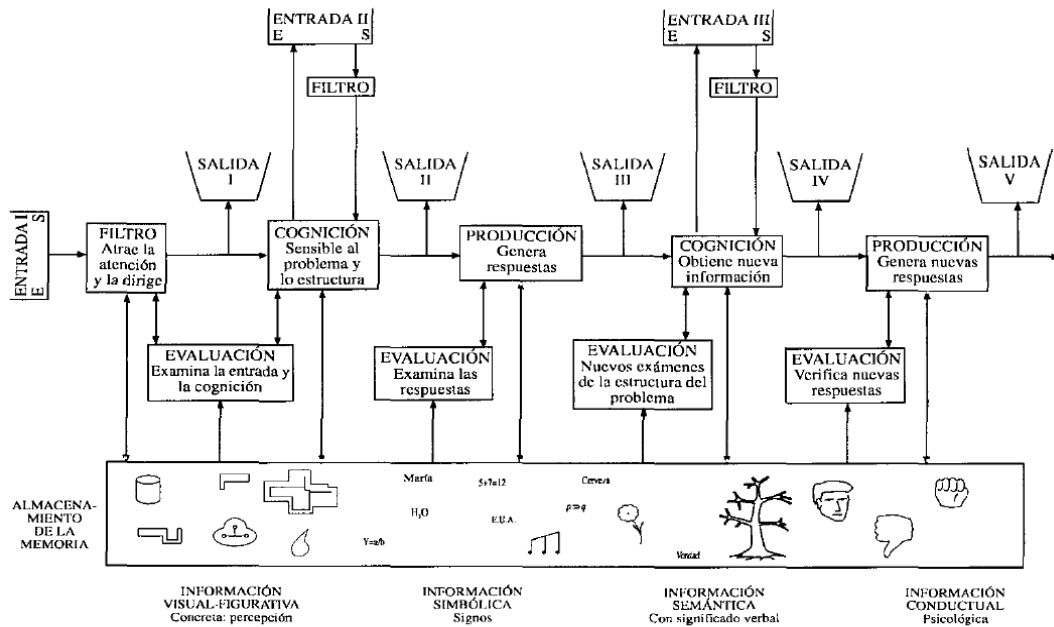
**2.2.1.1 Proceso creativo.** Para definir los pasos o fases del proceso creativo, diferentes autores han realizado propuestas desde el punto de vista del ser como pensador o creador; Gonzales M. (1999) hace referencia a Wallas en donde distingue 4 pasos o fases del proceso:

- 1.- Preparación.
- 2.- Incubación.
- 3.- Iluminación.
- 4.- Verificación.

Guilford en 1996, propone en su libro, La Naturaleza de la inteligencia humana, un modelo de proceso creativo mas complicado, en donde según el autor se pueden tener procesos tanto convergentes como divergentes.

El modelo se basa en un sistema con entradas y salidas. La importancia del modelo se encuentra en la posibilidad de retroalimentación que este tiene, basándose en la capacidad de la memoria, en donde para nuestro caso la experiencia hace parte de ella.

Figura 26. Modelo de Guilford.



Moles y Caude se inspiran en Wallas y añaden una quinta fase de difusión y socialización, quedando así:

- 1.- Percepción del mundo exterior y documentación.
- 2.- Selección e incubación del problema.
- 3.- Iluminación.
- 4.- Verificación.
- 5.- Difusión y socialización.

Esta referencia de los anteriores autores, podría continuar engrosándose con otras propuestas; para este caso en particular se tendrán como base los conceptos de Wallas, teniendo en cuenta la quinta fase propuesta por Moles y Caude, referenciados por Gonzales M. (1999).

**Identificación del objetivo – problema.** Se revelan concepciones por medio de información para tomar conciencia del objetivo – problema, como la búsqueda de soluciones que permitan bajar tiempos y costos en la cosecha cafetera

**Preparación.** En esta etapa se dispondrá inicialmente para saber o conocer de la temática a asumir, teniendo como base, la mayor cantidad de información

**pertinente** que se necesite referente al tema. Es una fase fundamental que debe conllevar a los cuestionamientos principales que hayan que solucionar. La duración de esta fase dependerá de la experiencia del investigador o creador, así como también dependerá de la cantidad de información que se tenga al respecto.

**Incubación.** Luego de haber realizado los cuestionamientos básicos, se emprende la etapa de incubación, en la cual se plantearán diferentes hipótesis con respecto a la situación a solucionar, esta etapa suele ser larga y compromete todos los recursos sinápticos que el ser posea, fase en la cual deben haber aperturas mentales a paradigmas establecidos con anterioridad, para lo cual se deben desbloquear todas las posibles situaciones contrarias a un estado creativo. Es también importante tener en cuenta los ambientes y escenarios en los cuales se desarrolle esta etapa, ya que debe conducir a estados mentales que posibiliten la mayor cantidad de conexiones heurísticas.

**Iluminación.** Es la etapa del descubrir; del Eureka, en donde se encuentra la salida, metafóricamente hablando, alejándose de la problemática anteriormente planteada, teniendo total claridad de la solución; Aun así estas soluciones no sean garantía inicial, del éxito al final del proceso. Estos momentos en su mayoría, para autores como Prada (2002), se encuentran relacionados con momentos de tranquilidad, relajación y no maquinales, en los cuales la presión sobre el hemisferio izquierdo disminuye, permitiendo así escuchar la voz interna del hemisferio derecho intuitivo.

**Verificación.** En esta fase entramos a probar varias de las ideas obtenidas; para esto debemos tener los suficientes criterios de verificación que acepten o descarten una idea propuesta. En la etapa de verificación es posible retornar a las fases anteriores del proceso creativo, con la finalidad de replantear el problema o pulir las ideas generadas, en las etapas de incubación e iluminación.

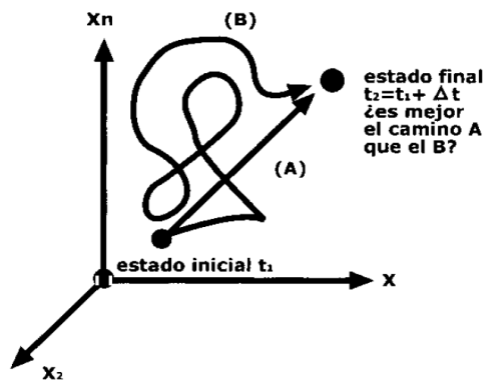
**Difusión y Comunicación.** No es suficiente que el objeto creativo sea aceptado por el grupo o ser creativo; es necesario que el objeto traspase al público, de tal manera que sea conocido y aceptado por su entorno. En el campo de la agricultura esta etapa es decisoria para que el objeto o servicio creativo se conviertan en verdaderas innovaciones, por supuesto con su éxito comercial u organizacional.

**2.2.1.2 Métodos Creativos.** La creatividad siendo aun un proceso natural e intuitivo de todos los seres en común, requiere de 3 elementos básicos, el actor, el escenario y la **estrategia** para el direccionamiento hacia un pensamiento divergente y guiado a soluciones oportunas. Lo que se busca con los métodos, es la reducción del tiempo de “vagabundeo mental”, al cual el actor se ve expuesto sin una guía eficaz y del esfuerzo mental en la búsqueda de nuevas ideas. Por

esto mismo los métodos se convierten en una ayuda para la consecución de nuevos pensamientos.

Moles y Caude (1986), representan el recorrido mental o método utilizando un grafico espacial de tres dimensiones, en donde iniciando por un estado  $t^1$ , se llega a un estado final  $t^2$ , utilizando dos posibles recorridos, uno recto y otro curvo, el cual requiere de más esfuerzo y tiempo. De las dos maneras se llega a la meta propuesta y en ambos casos se han utilizado diferentes métodos o guías de trayecto.

Figura 27. El método como trayectoria según Moles y Caude.



Basándonos en el grafico podemos concertar que existen diferentes maneras de llegar a un mismo fin o meta y que igualmente, existen mejores métodos o maneras que otros, sin embargo estos autores también confirman la incertidumbre del éxito, debido a cierto riesgo de fracaso al tener que elegir entre varios caminos o métodos.

Para esto Moles y Caude, establecen los siguientes criterios para clasificar los métodos:

- ? **Importancia** de un método, basándose en la frecuencia de su utilización en diferentes campos de aplicación; para estos autores es la primera base para una metodología.
- ? **Generalidad** cuando un método tiene varias aplicaciones al ser este capaz de ser independiente del problema a solucionar, esta generalidad pretende que el método sea aplicable en diferentes categorías de problemas.

- ? **Precisión** para poder validar los resultados mediante criterios validadores de los resultados obtenidos.
- ? **Coherencia** que genera la consistencia interna de coherencia o incoherencia; el pensamiento clásico adopta su posición como coherente, a pesar de que muchos razonamientos ilógicos han resultado exitosos.
- ? Y finalmente la clasificación en virtud de la **generalidad y de la precisión**.

Para Fustier, *“los métodos de creatividad no son otra cosa que el estímulo o la aceleración de esta exploración interior, que permite a lo largo de una investigación, de la que nadie puede medir la duración ni prever el resultado; encontrar la idea feliz que servirá para responder al problema planteado. Al igual que el pescador disimula el anzuelo bajo el aparejo, es preciso también que el investigador emplee alguna astucia para atrapar una buena respuesta.”*, referenciado por Gonzales M. (1999).

Fustier propone una clasificación, a su vez suscrita por Saturnino de la Torre (2007), en la cual encontramos tres grupos de métodos, los aleatorios, analógicos y antitéticos.

Los métodos aleatorios tienen como punto de referencia la relación de conceptos, funciones y estructuras sin relación aparente que trabajado en forma exploratoria y lúdica, permiten la creación de relaciones artificiales como puente de conexión entre lo conocido y lo desconocido. Dentro de las técnicas utilizadas encontramos Brainstorming, Palabras al azar y Ego creativo entre otras.

Los métodos analógicos se aplican en el proceso de indagación, formulación y solución de problemas, buscando la relación analógica como vehículo para comparar unidades disímiles y distantes, que al confrontarlas ofrecen frutos divergentes para el análisis. Dentro de las técnicas utilizadas encontramos Seis sombreros para pensar, Sinéctica, Arborificación y Búsqueda de analogías entre otras.

Y finalmente los métodos antitéticos los cuales son críticos por naturaleza, estos métodos indagan, reflexionan, disfrazan o develan los contenidos de los

problemas, permitiendo explorar una nueva zona de conceptos por el rechazo de formas y planteamientos, en busca de concepciones no atípicas vistas desde diferentes ángulos y puntos de vista, hacia el logro del objetivo. Dentro de las técnicas utilizadas encontramos lista de atributos, descomposición e inversión entre otras.

Sin embargo no es la última clasificación ya que autores como Kauffmann, Fustier y Drevet, catalogan 3 grupos o métodos, los intuitivos, los analíticos y los combinatorios.

Según estos autores los métodos intuitivos se basan precisamente en la fase intuitiva del ser, resumiéndolo en 9 principios:

- ? El proceso del descubrimiento se puede reproducir a voluntad.
- ? El proceso del descubrimiento es el mismo en todas las disciplinas.
- ? El descubrimiento se hace en el inconsciente.
- ? Para llegar hasta el inconsciente, es necesario liberar el espíritu de sus inhibiciones.
- ? El descubrimiento supone un clima de esparcimiento, de placer, de pasión.
- ? Los descubrimientos no son realizados por expertos.
- ? La llamada a lo maravilloso favorece el descubrimiento.
- ? El descubrimiento nace de la «bisociación».
- ? El grupo pluridisciplinario es la unidad operativa de investigación.

Los métodos analíticos con el método DELPHI, incluyen la estimulación grupal y finalmente los combinatorios como las matrices de descubrimiento y el análisis morfológico.

Gonzales Q. et al (2010), lo define de la siguiente manera, “Los métodos creativos son estructuras de recreación y construcción de conocimiento de proceder estructurante, analítico, productivo; representan modos, vías generales de procedimiento y operación, que vienen dados por un sistema de principios que se plantean como directrices para la consecución de un fin, siguiendo una trayectoria mental dirigida. El método creativo concentra y estimula las energías mentales hacia el rompimiento de esquemas, flexibiliza y optimiza recursos cognoscitivos.”

De los métodos anteriormente expuestos centraremos esta investigación, en los **métodos aleatorios** por su relación de conceptos aparentemente sin conexión

alguna, por medio de la combinación; Fustier hacía referencia a la necesidad de tener estimulaciones no algorítmicas, aleatorias que permitan explorar la zona entre lo conceptual y su opuesto cuando no encontramos “el norte”, ante el problema a resolver; De la Torre (2007) hace referencia de autores como Moles, De Bono, Jung y Einstein, cuando afirman que el descubrimiento tiene su origen en la combinación.

**2.2.2 Algoritmo y Heurística.** Para el desarrollo e implementación de herramientas de recolección manuales, los investigadores en su mayoría de veces saben cuales deben ser las respuestas en campo del dispositivo a diseñar según los indicadores manejados en cosecha; se sabe que se debe aumentar el rendimiento operativo (eficacia); que se deben disminuir los frutos en el suelo para el control de la broca (perdidas); que se debe facilitar una buena recolección (eficiencia) y finalmente, que se debe mantener la consigna de cosechar solo frutos maduros (calidad); sin embargo el hecho de llegar a estos puntos y cumplirlos en campo, por medio del diseño de una herramienta que se adapte al pensamiento de un recolector, son un camino desconocido para el investigador.

**2.2.2.1 Algoritmo.** En las matemáticas existen leyes, reglas o verdades que con seguridad, cuando se aplican a premisas conocidas, conducen a resultados por lo menos esperados, ejemplo de esto son los algoritmos. Por esto los algoritmos siempre son verificables, ya que podrían definirse como procedimientos definidos, que en cierto número de pasos verificables, se logre la solución óptima.

Fernández J. y Rodríguez M. (1999) en su libro *Creatividad para resolver problemas*, definen las cuatro propiedades principales del algoritmo:

- ? Es una secuencia de pasos con un punto particular de inicio.
- ? Es claro y definido.
- ? Se puede utilizar para resolver varios problemas relacionados entre sí.
- ? Es finito en tamaño y tiempo, ya el algoritmo se termina al procesar todos los datos posibles.

De aquí partimos para decir que un problema que tenga la suficiente estructuración, se podría resolver con algoritmos, pero en caso contrario cuando existen tantas variables no controlables por el investigador, como en la recolección manual del café, estamos sujetos a solucionarlos por medio de la heurística.

**2.2.2.2 Heurística.** Heurística proviene de la palabra griega *heuriskein*, la cual recurriendo a la etimología dice que significa descubrir, encontrar o hallar.

La heurística en una de las definiciones de la Real Academia Española en su versión 22ª, la define como la “Técnica de la indagación y del descubrimiento”, también indica que es la “manera de buscar la solución de un problema mediante **métodos no rigurosos**, como por tanteo, reglas empíricas, etc.”.

La historia concierne por medio del arquitecto romano Vitrubio, en decir, que Arquímedes expuso la palabra “Eureka” cuando descubrió la manera de saber el volumen de la corona del rey Herón II de Siracusa, ya que éste dudaba de la cantidad de oro que su orfebre hubiera utilizado en ella; en medio de las circunstancias Arquímedes al entrar en la tina la cual estaba llena hasta el tope y darse cuenta que el agua rebosada era equivalente al volumen introducido que en este caso era su cuerpo, con la cara irradiada por el regocijo, salió de la tina desnudo y se fue corriendo por las calles de la ciudad gritando la palabra “Eureka!”.

Actualmente, la heurística intenta comprender el proceso que se desarrolla durante la resolución de problemas para los que no tenemos un algoritmo definido, con el objetivo de reducir los pasos necesarios para llegar a una solución.

Fernández y Rodríguez (1999), definen la heurística como un plan para enfrentar problemas poco conocidos y que busca aumentar la capacidad de buscar soluciones con métodos eficientes; no se trata de establecer un método muy sistemático, ya que más que una ciencia es un arte. Los autores también manifiestan lo siguiente, *“La heurística es la acción creativa por excelencia en la solución de problemas, ya que los esfuerzos incidirán en descubrir procedimientos nuevos y útiles para situaciones que nunca se habían presentado. En realidad se trata de un proceso pues no solo recurre a las **experiencias previamente adquiridas**, sino que permite adquirir nuevas experiencias **conforme se va enfrentando el problema**”*.

Gonzales M. (1999), hace alusión a García Prada en su libro Retorno a la experiencia en Psicología, equipara la heurística con la experiencia contraponiéndola así al objetivismo; en el documento se diferencia claramente el significado cotidiano de la experiencia y su significado filosófico, ya que el filosófico hace referencia a un encuentro con la realidad, *“Como quien pasa por la realidad ha de ser un sujeto personal y consciente, la **experiencia significa también conocimiento directo, intuitivo e inmediato**. Nótese otra vez aquí que*

*experiencia no es cualquier conocimiento (por ejemplo, una fantasía, un razonamiento, ni siquiera una memorización es una experiencia); hay que salvar en el concepto de experiencia esa idea de trato directo, de encuentro vivo con lo real. Por eso, en la literatura fenomenológica, se vincula el concepto de experiencia a las nociones de intuición, aprehensión (captación cognitiva del objeto exterior a la conciencia), o comprensión. Se trata siempre de un modo de captación íntima e inmediata del sentido y del modo de aparecernos la realidad; **no se trata de conocimiento racional que reflexiona y explica o tematiza.** Precisamente, estos modos de conocimiento son derivados de ese otro conocimiento de la experiencia vivida, que es un conocimiento pre objetivo y pre temático, un conocimiento más vivido que pensado”.*

De esta forma, se entiende que los métodos heurísticos, a los que se hace indicación en esta investigación, están conexos con una ayuda para llegar mas rápidamente a la solución de un problema para el que no existen algoritmos definidos, pero en el que sí se puede tener en cuenta la experiencia obtenida en este campo poco conocido, como es el caso de la recolección manual de café; donde frecuentemente el investigador no puede tener contemplado el estado de los cafetales, incluyendo su edad, pendiente, clima y el propio recolector. Desde este punto de vista el poder determinar un instrumento de conceptualización que maneje las vías heurísticas y creativas, supondría tener la posibilidad de tener múltiples posibles soluciones, lo que a su vez podría disminuir el tiempo de desarrollo y el esfuerzo del investigador.

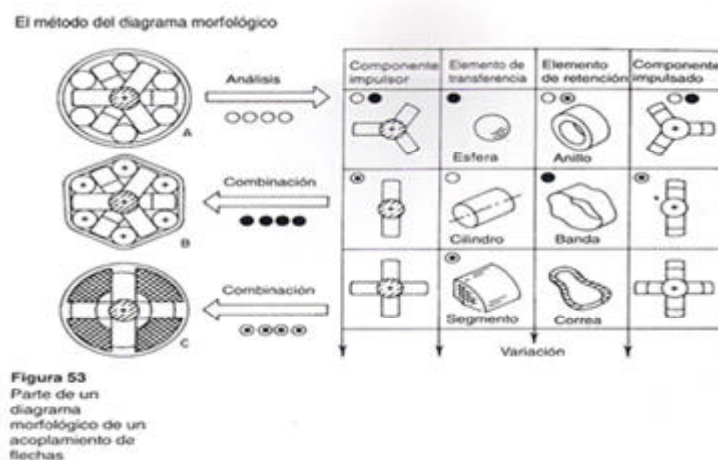
De la Torre (2007), destaca dentro de las ventajas que aportan las matrices heurísticas de descubrimiento, las siguientes:

- ? Facilitar el análisis de situaciones complejas ofreciendo una visión más rápida e intuitiva de las posibilidades de solución.
- ? Permite una exploración sistemática en cualquier planteamiento, que se proponga. A la vez que alumbró soluciones, crea nuevas incógnitas que nos abren a muchos otros planteamientos.
- ? Como inventario de elementos importantes para nuevos descubrimientos, acelera su desarrollo y suscita perfeccionamientos técnicos.
- ? Como elemento estimulador de la imaginación que ha de resaltar por encima de las relaciones comunes y establecer puentes conceptuales entre elementos que a primera vista no tienen que ver mucho unos con otros.
- ? En relación con el concepto anterior está el forzar a la mente por sendas sin roturar, el apartarla de las vías rutinarias provocando asociaciones remotas, sin explotar dada su aparente incompatibilidad.

**2.2.3 El Método del Diagrama Morfológico.** Nigel Cross (2001), en su libro Métodos de Diseño, hace referencia al diagrama morfológico, el cual permite la generación de ideas, realizando variantes sobre los temas establecidos, por medio del reordenamiento de los componentes básicos, en un gran numero de formas, llegando a encontrar como lo dice el autor una “explosión combinatoria” de posibilidades. El procedimiento para realizarlo es el siguiente:

- ? Hacer una lista de las características o funciones que son esenciales para el producto, normalmente se establecen de 04 a 08 características. (Parámetros de diseño)
- ? Anotar diversos medios por los cuales cada requerimiento o función podría realizarse
- ? Elaborar un diagrama que contenga todas las soluciones posibles
- ? Identificar las combinaciones factibles de solución (existentes, factibles, imposibles)

Figura 28. Diagrama Morfológico.



Se hace referencia a esta matriz debido a su alta efectividad en el desarrollo de ideas aleatorias.

**2.2.4 La Circumrelación.** De la Torre (2007), referencia a Frank Laverly como autor de la técnica Circumrelación, la cual permite analizar, sintetizar, estructurar y realizar asociaciones forzadas buscando permitir mejorar la producción y organización de las empresas.

Según De la Torre la técnica permite variar notablemente los planteamientos ordinarios, teniendo un campo de aplicación totalmente abierto, tanto como para organizaciones como para el desarrollo de productos. Esta técnica ofrece 1536 combinaciones, permitiendo así una actividad de ejercitación creativa individualizada bastante efectiva en la solución de problemas.

Para nuestra investigación la pertinencia de esta técnica radica en la metodología para la construcción del círculo heurístico, la cual consta de los siguientes pasos:

- ? Definición: Definir el asunto o problema en términos generales. Tomar conciencia y plantearse que es lo que se busca o se trata de resolver.
- ? Identificación: Identificar tres dimensiones fundamentales del problema.
- ? Enumeración: El tercer paso consiste en enumerar tantos factores como sea posible dentro de cada dimensión.
- ? Selección: En la cuarta etapa se seleccionan dichos factores, eliminando los menos probables, pero definidos, reduciéndolos a 8, 12, 16 factores, correspondientes a cada una de las tres dimensiones marcadas.
- ? Registro: Posteriormente se registra o inscribe cada rasgo en el circumrelator quedando en tres círculos.
- ? Giro de uno de los círculos: En forma de juego de azar o de ruleta, se gira uno de los círculos, permaneciendo fijos los demás. Una ventana selectora permitirá ver solo tres factores a la vez.
- ? Consideración de las relaciones: Al igual que en las asociaciones forzadas, se consideran las relaciones de cada conjunto de tres factores, anotándose las ideas resultantes para ser valoradas con posterioridad.
- ? Evaluación: Se evalúan las ideas para dar con una solución creativa el problema. Unas serán impracticables y otras ya normales o realizadas; pero habrá otras que son las que pueden ponerse en práctica.

Laverty según De la Torre, propone el poder añadir otro círculo con factores no relacionados con el problema planteado, lo cual podría complicar el circumrelator, pero podría ser de interés, en las ocasiones en que el usuario no este satisfecho con los resultados obtenidos de los factores de los tres círculos.

Figura 29. Circumrelator.



**2.2.5 Sinemática.** Raymond Prada (2002), en su libro *Creatividad e Innovación Empresarial*, propone la técnica creativa sinemática, la cual por medio de matrices busca la generación de ideas; la técnica parte de su marco metodológico en el cual se hace énfasis en el comportamiento humano durante la generación de ideas, mas específicamente del comportamiento fisiológico del cerebro, ya que este no maneja o presenta manifestaciones cíclicas, ni previsibles, esto lleva a considerar que la creatividad debe ser flexible.

*“El mayor enemigo de la creatividad es la rigidez conceptual. Recordemos que el espíritu creativo se manifiesta en la apertura a nuevas asociaciones entre ideas, opiniones y elementos. En el camino de la creatividad hay que asumir un modo flexible de avance, por que el propósito es involucrar en el proceso a los dos hemisferios cerebrales, y hay que tener presente que el hemisferio derecho del cerebro es intuitivo, global y no lineal – no secuente – por lo cual es intemporal, es decir que no podemos forzarlo a dar una respuesta programada. Por esta razón adoptar una actitud transigente o mejor transaccional, será la conducta mas conveniente ante el manejo de un objetivo – problema creativo.”*

Prada propone la matriz de combinación cruzada o MCC, está permite relacionar, combinar diferentes posibilidades para diferentes funciones del producto, o servicio a idear. Esta matriz tiene en cuenta factores como el usuario, el concepto del producto, su forma, su empaque, etc. Para cada uno de estos factores, el usuario de la matriz piensa en la mayor cantidad de posibilidades, un ejemplo con

respecto al usuario sería, adultos, niños, señoras, jóvenes, mascotas, adultos con prescripción médica, ciegos, etc. Vale la pena anotar que la matriz guarda algunas semejanzas con el método del diagrama morfológico.

Para nuestro interés investigativo la MCC, maneja factores tan importantes como el concepto a comunicar del producto, su situación de uso, el usuario, diferenciadores del mercado, etc. En el caso particular del usuario la matriz posibilita la diferenciación de usuarios, así permitiría llegar de diferente manera a los recolectores de café, los cuales generalmente son generalizados para el diseño de herramientas.

Tabla 2. Matriz de combinación cruzada.

<b>USUARIOS</b>	Adultos Mayores	Solteros Independientes	Mascotas?	¿??
<b>FORMA</b>	Cápsulas	Nuevo dispensador??	¿??	¿??
<b>FUNCIONES</b>	Desestresante	Estimulante??	¿??	¿??
<b>SITUACIÓN DE USO</b>	Amor	Crisis (flores de Bach)	¿??	¿??

### 2.2.6 El estudio de tiempos y movimientos para la cosecha manual del café.

El proyecto para desarrollar un instrumento de conceptualización tiene como referente de factibilidad y posibilidad, el estudio realizado en Cenicafé por Vélez et al, en el año de 1999, en este se realizó “El estudio de tiempos y movimientos para la cosecha manual del café”, aportando así conocimientos sobre la dinámica del proceso y proponiendo finalmente un método mejorado de recolección.

De este se extrae una de las conclusiones más relevantes para el presente proyecto y es el hecho de que en la actividad específica de **desprender o arrancar frutos maduros**, solo se utiliza el 8,4% del tiempo total de recolección (ver porcentajes del ciclo básico de recolección en la figura 32).

Figura 30. Distribución porcentual de tiempos en la recolección de café.



Este referente teórico muestra claramente la posibilidad de optimizar el proceso de recolección manual del café, tomando como principio el aumento de este tiempo de desprendimiento de frutos y/o disminuyendo o eliminando labores adicionales, ya sea por sistemas de captura de frutos o bien con la optimización de movimientos en el árbol por parte del recolector.

Ejemplo de esto son los dispositivos como las mallas de recolección las cuales permiten realizar la operación en tres micro tareas, sostener, desprender y soltar, evitando así el micro movimiento de traer los frutos al canasto, dando la posibilidad de aumentar el tiempo de desprendimiento y por ende el rendimiento operativo, como se puede observar en las siguientes figuras.

Figura 31. Sostener, Arrancar y Soltar.

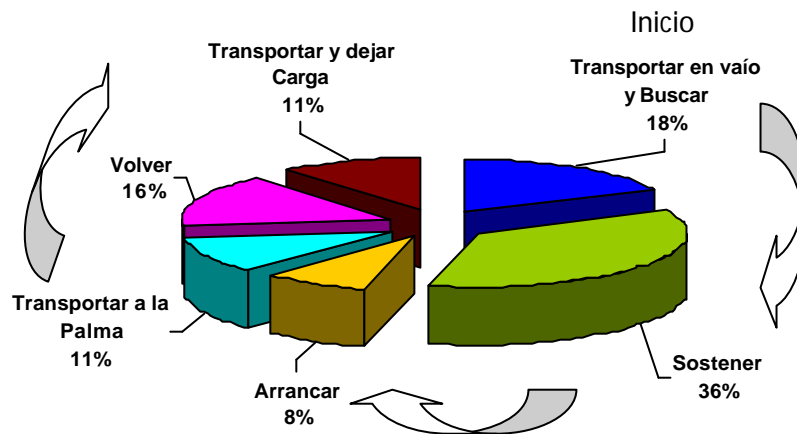


Este estudio finalmente se convierte en insumo de conceptualización para nuevas herramientas, ya que demuestra la posibilidad y factibilidad de mejorar los indicadores de recolección manual del café, siguiendo este principio básico para el desarrollo de tecnologías de recolección para café, tal como lo afirma el Dr. Carlos Oliveros, Líder de la Disciplina de Ingeniería Agrícola de Cenicafé en el documental "Café, Investijium" (e.g., Mejía, 2008). (Anexo A).

A continuación veremos más en detalle las recomendaciones resultantes del estudio de tiempos y movimientos.

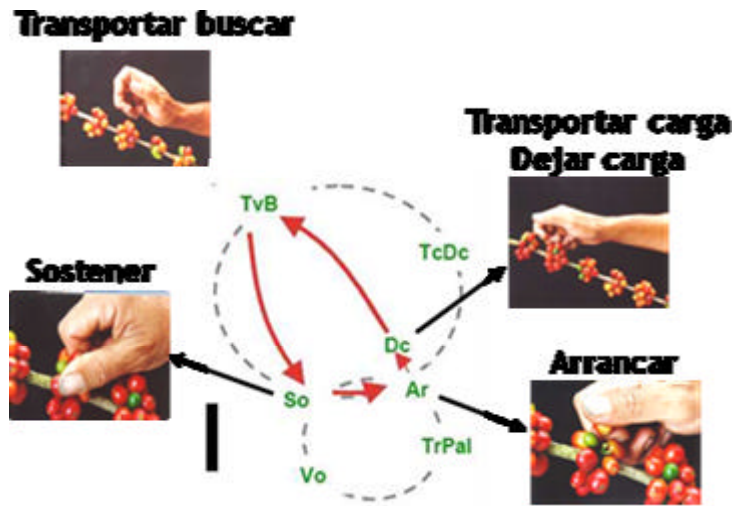
**2.2.6.1 Método Mejorado de Recolección.** Los autores observaron que los recolectores realizaban movimientos repetitivos con las manos formando una misma secuencia, a estos movimientos le llamaron “Ciclo básico de recolección”, el cual está compuesto por seis movimientos o *therbligs*, a saber: Transportar en vacío y buscar (TvB), sostener (So); arrancar (Ar), transportar a la palma de la mano (TrPal), volver (Vo), Transportar con carga y Dejar carga (TcDc), en la Figura 32 se observa el tiempo porcentual empleado por cada micromovimiento.

Figura 32. Ciclo básico de recolección



En el estudio se concluye que en la recolección manual tradicional solo se emplea el 8% del tiempo total invertido en desprender el fruto de café, a partir de ello propusieron un nuevo ciclo eliminado los movimientos Vo, TrPal y TcDc.

Figura 33. Ciclo propuesto.



Este nuevo ciclo sumado a cuatro recomendaciones más, fue establecido por los autores como el “Método Mejorado de Recolección”. Los cinco componentes del método mejorado son:

Figura 34. Movimientos en el surco: los operarios deben desplazarse recolectando por caras cada uno de los árboles.



Figura 35. Movimiento en el árbol: el operario debe iniciar de arriba hacia abajo, tomando el árbol en zigzag y finalizando en la recolección de los frutos caídos al suelo.



Figura 36. Movimiento en las ramas: La trayectoria debe realizarse del tronco hacia afuera en cada una de las rama.



Figura 37. Movimiento de las manos: El recolector debe realizar solo cuatro de los movimientos del ciclo básico de recolección.

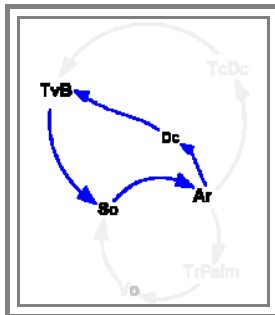


Figura 38. Posturas de recolección: En terrenos planos la posición es vertical y en terrenos inclinados se recomienda doblar una pierna.



### **2.2.7 Características Socio laborales de los recolectores de Café en Caldas.**

Calderón C. G. (1978) en la investigación Características socio laborales de los recolectores de café en una área Cersi, realiza una caracterización del trabajador temporal en Caldas, en el Nor-occidente del municipio de Manizales, teniendo en cuenta la importante población migratoria de los recolectores en época de cosecha.

Inicialmente la investigación arrojó como resultado que el 33,33% de los recolectores, migran por problemas económicos, ya que los recolectores manifestaron que la necesidad de desplazamiento, se daba en busca de mejores condiciones de trabajo, es decir mejor salario, alimentación y vivienda. Esto indica claramente, que los dispositivos a conceptualizar deben buscar mitigar esta situación, por medio del incremento de los rendimientos operativos, para así poder garantizar a esta población mejores ingresos.

En la distribución por sexo de los recolectores, encontraron que el 96,87% son hombres y solo el 3,13% mujeres, si consideramos hipotéticamente que existen aproximadamente uno 3 millones de recolectores, estaríamos hablando de aproximadamente 100 mil mujeres recolectoras, las cuales merecen recibir por parte de los investigadores, tecnologías apropiadas para su genero (antropometría y capacidades físicas).

Igualmente en la investigación se encontró que entre los 10 y los 49 años de edad, se encuentra el 93.97% de los recolectores, dando esto un amplio rango de comportamientos, que a su vez se manifiestan en diversas necesidades y deseos, teniendo como prevalencia el porcentaje de recolectores jóvenes, con un porcentaje aproximado del 80%.

De la población muestra el 55,32% de los recolectores, residen en la misma zona

de Caldas, permitiendo pensar en tecnologías o conceptualizaciones de herramientas, para el departamento de Caldas específicamente, ya que esta situación consentiría la adopción, con el tiempo de las herramientas, debido a la posibilidad de trabajar continuamente con la población.

Finalmente de la población muestra el 71,73% de ellos llevan entre 2 y 21 años de experiencia en la recolección de café en Caldas, dando como resultado una población especializada en actividades cafeteras, situación que obviamente facilitarían la validación y adopción de nuevas herramientas para la recolección de café en Caldas.

### 3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

#### 3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación pre-experimental, pretende establecer el grado de relación que existe entre la utilización de elementos heurísticos que posibiliten la concepción de herramientas de recolección manuales y la incrementación de posibles soluciones en recolección para la caficultura caldense. De acuerdo a los antecedentes, encontramos diferentes estudios y aplicaciones de matrices heurísticas en otros campos de aplicación (religioso, marketing, innovación); diferentes del área agrícola y mas específicamente en recolección de café en Caldas, por estos motivos este estudio será exploratorio, ya que la implementación de instrumentos heurísticos para la conceptualización de herramientas de recolección manuales para café en Caldas, no ha sido abordado con anterioridad; Se trabajará bajo un diseño pre-experimental, en donde se realiza un estudio de caso con una sola medición, este estudio de caso solamente aplica para la comprobación, debido a que el grupo de control no será escogido aleatoriamente, razón por la cual se trabajará con una “muestra de expertos”, lo cuales fueron escogidos bajo unos criterios de inclusión y exclusión.

La variable medir será la siguiente:

**Numero de conceptualizaciones:** Cantidad de ideas generadas con y sin el instrumento, en un determinado tiempo. (i/t).

**N° Conceptualizaciones=** Numero ideas / tiempo

#### 3.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

**3.2.1 Fase 1, Diseño del instrumento heurístico.** Para la determinación y concepción del instrumento heurístico, se tomará como base los referentes teóricos adoptados para la presente investigación, teniendo en cuenta, la experiencia en el área y el estudio de los métodos mejorados de recolección; de estos saldrán los factores internos y externos básicos a tener en cuenta en la recolección manual del café, para la determinación del instrumento, el cual incluirá conceptos heurísticos y creativos. Una vez determinado y diseñado el instrumento se pasará a la segunda fase de comprobación con expertos.

**3.2.2 Fase 2, Comprobación con expertos.** La comprobación del instrumento se realizara con los expertos en la temática que en este caso son; primero, los investigadores científicos desarrolladores de dispositivos de recolección para café, segundo, personas que sean conocedoras de las necesidades de los caficultores y recolectores por su trabajo y permanente contacto con ellos, que en esta caso para Caldas, son personas que hayan trabajado como extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y finalmente, profesionales que dentro de sus competencias laborales, estén las de diseñar productos, para necesidades específicas, tal como lo realizan los diseñadores industriales.

Para esto se entregará el instrumento determinado y diseñado a los expertos, para su utilización en un ejercicio de conceptualización de herramientas, para luego recibir sus opiniones con respecto al instrumento o medio determinado.

En este caso la unidad de análisis estará conformada por las técnicas creativas (instrumento) y la unidad de trabajo serán los expertos.

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para este caso investigativo la población estará conformada por los investigadores y desarrolladores de herramientas de recolección manual para café en el mundo, y de esta población la muestra no probabilística será una **muestra de expertos**, que en este caso serán los investigadores científicos de Cenicafé, los extensionistas de la FNC y los diseñadores industriales, ya que es necesaria la opinión de sujetos expertos en el tema, tal como lo definen Sampieri R., Fernández C. y Baptista P., (1999). Esto también debido, a la complejidad del tema en cuanto al diseño de dispositivos de recolección manual del café se refiere, ya que es un conocimiento que se construye con el tiempo (experiencia) y el hacer permanente en diferentes estadios como cosechas de mitaca y cosechas principales en Caldas. Por eso mismo los expertos en la temática son una muestra representativa e idónea de los posibles usuarios del instrumento de conceptualización heurístico.

Para justificar esto a continuación se verá los criterios de inclusión y exclusión, que para cada uno de los grupos de expertos se deben cumplir en parte.

### **Criterios de inclusión**

- ? El conocimiento específico y experto en la temática de recolección manual del café en Caldas.
- ? El haber desarrollado dispositivos de recolección de café para Caldas.
- ? El tener conocimiento de la configuración de los cafetales en Caldas.
- ? El ser conocedor de las problemáticas de la caficultura en Caldas.
- ? El ser conocedor del Método Mejorado de Recolección.
- ? El nivel de confianza y precisión deseada en la comprobación.
- ? Tener competencias laborales para el diseño de productos.
- ? Ser conocedores de los cafeteros y recolectores de Caldas.

### **Criterios de exclusión**

- ? La restricción de contactar grupos de expertos de otros países.
- ? El no ser conocedores de la caficultura colombiana y menos la caldense.
- ? El no ser conocedores del Método mejorado de recolección.
- ? El no ser conocedores de las características específicas de los cafetales en Caldas.
- ? No tener las competencias para diseñar productos.

## **3.4 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS**

Para la presente investigación como ya se ha definido se validará el instrumento con un grupo de expertos escogidos, en la temática, para esto la recolección de datos se realizará por medio del instrumento **sesión en profundidad**, el cual es referenciado por Sampieri (1999), en el capítulo de recolección de datos.

Los pasos referenciados para realizar las sesiones de grupo, son los siguientes:

- ? Se define el tipo de personas
- ? Se detectan personas del tipo elegido.
- ? Se invita a estas personas a la sesión o sesiones.
- ? Se organizan la sesión o sesiones.
- ? Se lleva a cabo cada sesión.
- ? Elaborar el reporte de sesión.
- ? Llevar a cabo los análisis correspondientes.

## **3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS**

La sesión con los investigadores científicos se realizará en las instalaciones de Cenicafé, Centro Nacional de Investigaciones del Café, perteneciente a la

Federación Nacional de cafeteros, en las cuales se cuentan con los espacios idóneos en cuanto a la confortabilidad y silencio necesario para el desarrollo de la comprobación.

La sesión con los expertos en extensión de la Federación Nacional de Cafeteros y los diseñadores industriales igualmente se realizaran en instalaciones idóneas para la comprobación.

Durante la sesión se pedirán opiniones; se intercambiaran diferentes puntos de vista, para poder valorar diversos aspectos relacionados con la implementación del instrumento de conceptualización de herramientas de recolección manuales en café.

Los criterios de los datos a recolectar estarán enmarcados por la aceptación o no del instrumento y sus posibles mejoras; para esto se registrarán por medio de video las diferentes opiniones de los expertos, después de la utilización del instrumento.

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**4.1.1 FASE 1, Diseño del instrumento heurístico.** La recolección manual del café depende de varios factores tanto externos como internos; para la presente investigación, definir estos factores o dimensiones según Laverty, son primordiales para el diseño del instrumento; a continuación se verán los factores mas pertinentes para la realización de la actividad y lógicamente para la posible conceptualización de herramientas; para la escogencia de estos factores se tomo en cuenta como referente teórico los conceptos básicos de procedimiento para realizar el instrumento del diagrama morfológico, el circumrelator y la Matriz de combinación cruzada de la Sinemática. Igualmente para el instrumento en desarrollo listamos para cada función o factor, diferentes posibilidades o medios para que estos requerimientos puedan realizarse, incluyendo posibilidades totalmente divergentes en sus dos dimensiones, la externa y la interna; también se da la posibilidad para que los usuarios, intervengan el instrumento, alimentándolo con nuevas posibilidades, razón por la que en el instrumento se encuentran espacios tanto vacios, como con una incógnita.

**4.1.1.2 Factores internos.** Como factores internos o dimensión interna, entenderemos principalmente **las funciones o factores del producto**, que están en la dimensión del creador o desarrollador de herramientas, desde los siguientes puntos de vista:

- ? **Recolección:** Entendida como la actividad específica de desprender los frutos del árbol, sea cual sea la manera en que se separen del árbol y queden sueltos. Para esto se tienen posibilidades como la utilización de las manos, pinzas, robot, vibrador, aspiración, golpe, palo, mirada y soplo.
  
- ? **Captura:** La manera como se capturarán, confinará o atraparán los frutos desprendidos del árbol, esto se podría dar con una malla en el suelo, una malla en el tercio medio del árbol (mitad del árbol tomando la altura del árbol como referencia), malla tercio superior (tercera parte del árbol, tomando como referencia su parte mas alta), bandejas (recipiente rígido rectangular que se arrastra por las calles de los cafetales), Piso o suelo, Coco o canasto tradicional, Sombrilla (sombriilla en forma inversa que se sitúa en la parte baja

del árbol, rodeando el tronco), Cilindro net (recubrimiento de todo el árbol desde su parte mas alta hasta el suelo), Aire (por medio de succión o expulsión de los frutos) y finalmente las manos.

- ? **Almacenar:** La manera como se almacenarán los frutos del árbol, después de ser desprendidos o capturados. Esto puede darse por medio de un canguro (maletín de cintura), alforjas (maletines usados en la arriería, los cuales van en los costados de los caballos, para este caso se propone maletines puestos en la parte externa de los muslos) , morral (recipiente flexible que va puesto en la espalda), directo a estopa (almacenamiento directo en el costal), Coco (canasto tradicional), Bandeja (recipiente rígido rectangular que se arrastra por las calles de los cafetales), Malla (telas de polipropileno de alta resistencia), Suelo (terreno) y Camión.
  
- ? **Transportar – Descargar:** La manera como se transportaran los frutos entre su recolección o captura y su almacenaje. Esto se podría dar por medio de una aspiradora, manga (tubo flexible en tela), tubo (rígido), trompa de elefante (tubo flexible que se dobla para evitar que sigan saliendo frutos), peso automática (que por un peso determinado de los frutos, se abra una tapa o compuerta y permita la salida de estos), dos tubos y 3 mangas.
  
- ? **Posición:** La ubicación en el cuerpo humano en la cual irá puesto el dispositivo de recolección. Estas podrían ser la cintura, los pies, las manos, el muslo, el cuello, el antebrazo, el pecho, la espalda y la cabeza.
  
- ? **Limpieza:** La manera como se puede evitar que el dispositivo se ensucie o como se puede limpiar mas fácilmente, manteniendo la asepsia necesaria. Esto se podría dar con un dispositivo desarmable, sin costuras, que no retenga humedad o que sea desechable.
  
- ? **Filtrar Hojas:** La manera como se puede separar las hojas de la masa cosechada. Esto se podría dar con la utilización de aire, agua, una zaranda, con una malla, con un filtro en la descarga, con las manos, dejarlas caer al suelo o quemarlas con fuego.
  
- ? **Movimiento manos:** Las diferentes posibilidades de movimientos realizados por el recolector, en el momento de desprender los frutos de café del árbol. Estos movimientos dependiendo del dispositivo los puede proponer el creador de la herramienta. Estos podrán ser el movimiento tradicional (6 movimientos),

método mejorado (4 movimientos), SAS (**S**ostener fruto, **A**rrancar fruto y **S**oltar fruto), con 1, 2, 3, 4, 5 o 6 movimientos no tradicionales u otro no determinado en el instrumento.

**4.1.1.3 Factores externos.** Como factores externos o dimensión externa, se entenderá principalmente como las variables no controlables por el investigador desde los siguientes puntos de vista:

- ? **Usuarios:** Posibles usuarios de los dispositivos de recolección. Estos podrían ser adultos, mujeres, adultos mayores, adultos con discapacidad, jóvenes hombres, jóvenes con discapacidad, ciegos, jóvenes mujeres y familias (caso típico de la caficultura caucana).
  
- ? **Pendiente:** Se refiere al grado de inclinación de un terreno, en este caso del cafetal. Esta va desde el 0 al 100% de inclinación.
  
- ? **Distancia Filas:** Equivalente a los metros de distancia entre un surco o hilera de arboles y el surco lateral. Se toman distancias desde los 0,7 metros hasta los 2 metros de distancia, el cual es el rango más utilizado, incluyendo distancias de 1 metro, 1,2 y 1,5 metros.
  
- ? **Distancia Arbustos:** La distancia en metros entre un árbol y el lateral de un mismo surco o hilera. También llamada distancia entre troncos. Se referencian las mismas distancias del ítem anterior.
  
- ? **Edad Arbustos:** Años de siembra del cafeto, se denominan de primera cosecha hasta quinta cosecha. Igualmente dependiendo de la edad, se da la carga de café maduro, su altura y distancia de ramas.
  
- ? **Terreno:** Estado del terreno en el momento a recolectar, esta situación se puede prever conociendo el comportamiento del clima en la zona del cultivo. Para este caso se habla de terrenos fangosos, seco, normal, pedregoso, arenoso y césped.
  
- ? **Cosecha:** Momento en el cual se desea interferir en el lote, esto podría darse en mitaca (cosecha de primer semestre en Caldas), principal (cosecha del segundo semestre), pepeo (practica realizada en épocas de no mitaca ni

cosecha), descuñe (época que antecede una cosecha), diario (todos los días), mensualmente u otro.

Estos ítems de **pendiente, distancia entre filas, distancia entre arbustos, edad de arbustos, terreno y cosecha**, dan la posibilidad para que el investigador, pueda proponer con anterioridad a la herramienta, el estado del terreno para el cual se va a diseñar, esta situación lleva a pensar no en diseñar para este cafetal sino diseñar el cafetal para esta herramienta. Situaciones como esta han sucedido en cultivos de cítricos de Estados Unidos, cultivos que fueron diseñados para poder permitir la entrada de tecnologías de recolección diseñadas a partir de las características del terreno.

Tabla 3. Instrumento de conceptualización para herramientas de recolección para café (incluye 3 ejemplos de combinaciones).

Usuarios	Adultos	Mujeres	Adultos mayores	Adultos con discapacidad	Jóvenes hombres	Jóvenes con discapacidad	Ciegos	Jóvenes mujeres	Familias	?	
<b>Recolección</b>	Manos	Pinzas	Robot	Vibrador	Aspiración	Golpe	Palo	Mirada	Soplo	?	
<b>Transportar- Descargar</b>	Aspiradora	Manga	Tubo	Trompa de Elefante	Peso automática	2 Tubos	3 Mangas	?			
<b>Almacenar</b>	Canguro	Alforjas	Morral	Directo a estopa	Coco	Bandeja	Malla	Suelo	Camión	?	
<b>Captura</b>	Malla suelo	Malla tercio medio	Malla tercio superior	Bandejas	Piso	Coco	Sombrilla	Cilindro net	Aire	Manos	
<b>Limpieza</b>	Desarmable	Sin costuras	Nunca se ensucia	No retenga humedad	Desechable	?					
<b>Filtrar Hojas</b>	Aire	Agua	Zaranda	Malla	Filtro descarga	Manos	Suelo		?		
<b>Posición</b>	Cintura	Pies	Manos	Muslo	Cuello	Antebrazo	Pecho	Espalda	?	Cabeza	
<b>Movimientos Manos</b>	Tradicional (6 pasos)	Método Mejorado (4 pasos)	SAS (Sostener-Arrancar-Soltar)	Otro		1	2	3	4	5	6
<b>Pendiente</b>	0-30	30-50	50-70	70-100	?						
<b>Distancia Filas (m)</b>	0.7	1	1.2	1.5	2	?					
<b>Distancia Arbustos (m)</b>	0.7	1	1.2	1.5	2	?					
<b>Edad arbustos (Cosecha)</b>	1a	2a	3a	4a	5a	?					
<b>Cosecha</b>	Mitaca	Principal	Pepeo	Descuñe	Diario	Mensual	Otro	?			
<b>Terreno (estado)</b>	Fangoso	Seco	Normal	Pedregoso	Arenoso	Césped	?				
<b>Concepto a comunicar</b>	Me rinde mas	Dejo menos en el árbol	Gano mas dinero	Dejo menos en el suelo	Soy mejor recolector	No recolecto sino maduro	?				

Finalmente el **Concepto a comunicar**: (mensaje interno del producto, como una promesa de venta al recolector). Este concepto puede ser un motivador para la adquisición y adopción de la herramienta por parte de los recolectores, para este caso se tienen conceptos como, me rinde más, dejo menos en el árbol, gano más dinero, dejo menos en el suelo, soy mejor recolector y no recolecto sino maduro.

**4.1.2 Fase 2, Comprobación con expertos.** En las sesiones con los expertos, se realizaron dos tratamientos, en el primer tratamiento se les solicito dar ideas sobre herramientas de recolección manual para café en un tiempo de 5 minutos, sin la utilización del instrumento, solamente basándose en el conocimiento a priori. En el segundo tratamiento se les hizo la misma solicitud, pero esta vez utilizando el instrumento de conceptualización de herramientas para recolección de café, sobre la misma unidad de tiempo, 5 minutos. Para esto se realizo con anterioridad la explicación de la matriz y sus diferentes posibilidades de cumplir con las funciones, tanto externas como internas.

**4.1.2.1 Centro Nacional de Investigaciones del Café – Cenicafé.** La comprobación con los expertos en investigación científica se realizo en las instalaciones de la disciplina de ingeniería agrícola en las instalaciones de Cenicafé en la Granja, los investigadores que colaboraron con la presente investigación fueron las siguientes:

? **Dr. Carlos Oliveros Tascón**

Doctorado University Of Wisconsin - Madison  
Ingeniería Agrícola

Ph.D. Maestría/Magister Universidad de Federal De Viçosa  
Maestría En Ingeniería Agrícola

Magister Scientiae Pregrado/Universitario Universidad Del Valle - Univalle  
Ingeniería Agrícola

**Link Colciencias:**

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000003700](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000003700)

? **Dr. Juan Rodrigo Sanz**

Doctorado University Of Wisconsin - Madison  
Ingeniería Mecánica

Maestría/Magister Universidad Tecnológica De Pereira - Utp  
Ingeniería Mecánica

**Link Colciencias:**

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000336521](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000336521)

? **Ing. M.Sc. Paula Ramos**

Maestría/Magister Universidad Tecnológica De Pereira - Utp

Magister En Ingeniería Eléctrica

Pregrado/Universitario Universidad Nacional De Colombia - Sede Manizales

Ingeniería Electrónica

**Link Colciencias:**

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000447560](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000447560)

Para esta sesión inicialmente se les hizo un recuento de la temática de la investigación, así como igualmente de las fortalezas encontradas en los estudios de la maestría, también se habló de la posibilidad de tener un tablero permanente en las oficinas con el instrumento; como para estos investigadores es cotidiano el hablar de tecnologías de recolección para café, entonces no se abordó el tema sino más bien el estudio se enfocó en las pruebas a realizar. Inicialmente como lo muestra la metodología se realizó el tratamiento uno (t1), pidiéndoles a los investigadores conceptualizar una herramienta de recolección en un tiempo de cinco minutos (5 m); paso siguiente se les solicitó lo mismo pero con la utilización del instrumento, utilizando el mismo tiempo, lugar espacial y temporal. Así mismo se procedió con los otros grupos de expertos.

Figura 38. Comprobación con investigadores científicos de Cenicafé.



A continuación se verán las respuestas de los investigadores en los dos tratamientos y su cuantificación, basándose en que las ideas o conceptualizaciones deben tener en cuenta todos los factores establecidos, tanto internos como externos; de no darse el número total de factores implícitos en la idea, esta se tomara como incompleta.

## **Dr. Carlos Oliveros**

### Tratamiento 1 sin matriz

- ? Herramienta para actuar periféricamente
- ? Herramienta para actuar en medio de los nudos.
- ? Herramienta para impactar ramas y nudos
- ? Herramienta para desgranar
- ? Sacudidor manual
- ? Raselca con dientes flexibles
- ? Lengüeta retráctil para acoplar al canasto
- ? Gafas con filtro para ver solo frutos maduros
- ? Cubierta móvil para permitir la recolección en días lluviosos
- ? Dispositivo que permita recolectar con baja iluminación, de noche?

### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para adultos para recolección manual, dejando caer los frutos a una malla en el suelo, que se pueda limpiar el dispositivo con agua, filtrando las hojas con zaranda, que vaya en el piso, utilizando el método mejorado, en pendientes del terreno entre un 30 y 50%, con distancia entre filas y arbusto de 2 metros, en arboles de 1ª a 5ª cosecha, para cosecha diaria, en terrenos normales, con concepto a comunicar me rinde mas”*

*“Dispositivo para jóvenes hombres para recolección con vibración, dejando caer los frutos por trompa de elefante a una malla en el suelo, sin costuras, filtrando las hojas con zaranda, que vaya en el piso, utilizando el método mejorado, en pendientes del terreno entre un 0 y 70%, con distancia entre filas y arbustos entre 1 y 2 metros, en arboles de 1ª a 5ª cosecha, para cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar me rinde mas, dejo menos en el árbol, gano mas dinero y dejo menos en el suelo”*

*“Dispositivo para familias, para recolección con las manos, dejando caer los frutos a una malla en el suelo, para lavar con agua, filtrando las hojas con zaranda, que vaya en el piso, utilizando el método SAS (sostener, arrancar, soltar), en pendientes del terreno entre un 0 y 70%, con distancia entre filas y arbustos entre 1,5 y 2 metros, en arboles de 3ª a 5ª cosecha, para cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar me rinde mas, dejo menos en el árbol, gano mas dinero y dejo menos en el suelo”*

*“Dispositivo para adultos, para recolección con las manos, dejando caer los frutos por una manga, con almacenamiento en canguro, sin costuras, con filtro en la descarga, que vaya en la cintura, utilizando el método mejorado, en pendientes del terreno entre un 50 y 70%, con distancia entre filas y arbustos entre 1,5 y 2 metros, en arboles de 3ª a 5ª cosecha, para cosecha principal, en terrenos*

*normales, con concepto a comunicar me rinde mas, deajo menos en el árbol, gano mas dinero y deajo menos en el suelo”*

### **Dr. Juan Rodrigo Sanz**

#### Tratamiento 1 sin matriz

*“Guante con material elastomérico que cause esfuerzos por fricción más altos a los frutos maduros que a los frutos verdes. Los guantes se ponen en la mano de los operarios y el café maduro cae a medida que la mano se desplaza en las ramas. Los frutos desprendidos caen en un pequeño reservorio que hay debajo de la mano y allí hay un tubo de una aspiradora que transporta los frutos hasta un recipiente rígido en la espalda”.*

#### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para jóvenes hombres, para recolección con vibrador, transportando por medio de aspiradora direccionando a la estopa, filtrando con aire, con otro movimiento, en pendientes del terreno entre un 0 y 100%, con distancia entre filas de 1,5 metros y entre arbustos de 1,0 metro, en arboles de 3ª a 4ª cosecha, para cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar gano más”*

*“Dispositivo para jóvenes mujeres, para recolección con las manos, transportando por medio de una manga, direccionando a un canguro, filtrando con aire, con posición en la cintura, con movimiento en las manos del método mejorado, en pendientes del terreno entre un 0% y 100%, con distancia entre filas de 1,5 metros y entre arbustos de 1,0 metro, en arboles de 3ª a 4ª cosecha, para otro tipo de cosecha, en terrenos normales, con concepto a comunicar gano más dinero”*

*“Dispositivo para familias, para recolección con aspiración, transportando por medio de una manga, direccionando a un morral, filtrando con aire, con posición en las manos, con otro movimiento en las manos, en pendientes del terreno entre un 0% y 100%, con distancia entre filas de 1,5 metros y entre arbustos de 1,0 metro, en arboles de 3ª a 4ª cosecha, para cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar gano más dinero”*

### **Ing. Paula Ramos**

#### Tratamiento 1 sin matriz

- ? Malla de todo el brazo que termine en conos para realizar captura
- ? Sistema de desprendimiento activado por el color de los frutos y desprendimiento generado por actuadores de caucho cilíndricos
- ? Manga al canasto con dispositivo circular al otro extremo que visualiza la rama y desprende los frutos por acción de agua o aire.
- ? Desprendimiento por cambio de firmeza por estado de maduración

? Desprendimiento, cosecha por presión sobre la rama, los frutos se cosechan

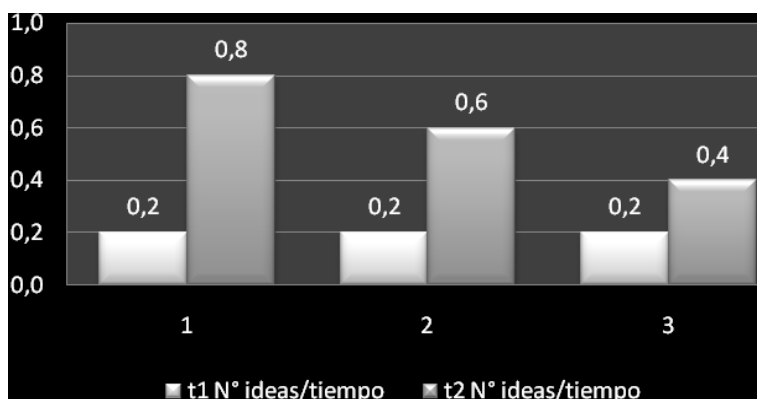
#### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para adultos, con recolección con robot, con descarga o transporte con aspiradora, con almacenamiento en canguro y captura en malla, que sea desarmable para su fácil limpieza, con filtro para hojas de aire, con posición en la cintura, con otro movimiento en las manos, para pendientes entre 30% y 50%, para distancia entre filas y arbusto de 0,7 metros, para arboles de 3ª cosecha, para utilizar en cosecha principal en terrenos secos y normales, con concepto a comunicar no recolecto sino maduro”*

*“Dispositivo para adultos, con recolección con robot, con descarga o transporte con trompa de elefante, con almacenamiento directo a la estopa y captura en aire, que no retenga humedad para su fácil limpieza, con filtro para hojas en el suelo, con posición en el antebrazo, con otro movimiento en las manos, para pendientes entre 30% y 50%, para distancia entre filas y arbusto de 0,7 metros, para arboles entre 1ª y 3ª cosecha, para utilizar en pepeo y mitaca en terrenos pedregosos y fangosos, con concepto a comunicar no recolecto sino maduro”*

Gráficamente estos son los resultados de los tratamientos con los tres investigadores.

Grafico 1. Resultados de la Comprobación, Cenicafé.



Al preguntárseles por el manejo del instrumento sus opiniones fueron las siguientes:

*“Me parece muy innovador la estrategia yo creo que le da la oportunidad a cualquier persona de ser muy creativa y de hacer un aporte cuando tenga el momento preciso de la iluminación que aquí es regularmente cuando salen las*

*buenas ideas yo creo que es un ejercicio que conduce finalmente a aprovechar la iniciativa y la creatividad de cada uno de nosotros no, de una manera mas ordenada o sea que me parece muy buen ejercicio”*

*Dr. Carlos Oliveros*

*“Bueno este método de la matriz de combinación cruzada pues por haber estado familiarizado con la carta morfológica me parece un sistema muy interesante me gusta mucho la parte dinámica que tiene que se puede agregar cosas todos los días; me imagino que también se le pueden quitar cosas todos los días; y la parte interdisciplinaria que pues por ejemplo en este caso, en el caso donde nosotros trabajamos en el que somos muchos de muchas disciplinas o de muchos tipos de ingeniería pues podemos aportar y sacar unos productos muy interesantes”*

*Dr. Juan Rodrigo Sanz*

*“Bueno el concepto de la herramienta que nos presenta Alejandro de tener un tablero con la matriz de combinación cruzada me parece muy interesante pues por que nosotros somos un equipo muy interdisciplinario y cada persona desde su disciplina o desde su oficio puede ver el problema de diferentes maneras y de la misma manera solucionarlo entonces es muy interesante conocer que piensa cada una de las personas que hace parte del grupo y me parece una idea muy interesante”*

*Ing. Paula Ramos*

**4.1.2.2 Profesionales con experiencia como extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.** La comprobación con los expertos en extensión se realizo en las instalaciones del Campus del Sena regional Caldas, para esto se realizo la introducción necesaria en el tema, explicándoles la función del instrumento y sus posible alcances, también al ser ellos conocedores de los avances de Cenicafé, no se dio la necesidad de profundizar en la temática de la creación de dispositivos de recolección para café, los profesionales que colaboraron con la presente investigación fueron los siguientes:

? **Ing. Jaime Humberto Arias Rivera**

Ingeniero Agrónomo - Universidad de Caldas

Especialista en Gerencia Agraria

CIAT- UTZ CERTIFIED – FNC

Extensionista entre los años 2004 y 2009 con el Comité de Caldas.

? **Ing. Javier Mauricio Henao Obando**

Ingeniero Agrónomo – Universidad de Caldas

Especialista en Gestión Ambiental

Extensionista entre los años 2004 y 2009 con el Comité de Caldas.

Figura 40. Comprobación con profesionales con experiencia en extensión.



### **Ing. Jaime Humberto Arias Rivera**

#### Tratamiento 1 sin matriz

*“Maquina vibratoria que pueda ser utilizada por todo tipo de población que no pese, que sea cómoda, luego de estar el café caído al suelo tener como sistema de recolección una aspiradora que recoja los máximos volúmenes, los rezagos de los granos caídos serán recogidos por mujeres en una forma manual, en canguros”*

#### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para mujeres, para recolectar por medio de vibración, con transporte o descarga por medio de aspiradora, con almacenamiento en canguro, con captura por medio de malla en el suelo, que no retenga humedad para su fácil limpieza, con posición en la espalda, utilizando movimientos en las manos tradicional, en terrenos con pendiente entre el 70% o 100%, con distancias entre filas y arbustos de 1,2 metros, para arboles de 3ª cosecha, para la cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar control mas la broca”*

*“Dispositivo para jóvenes mujeres, para recolectar por medio de las manos, con transporte o descarga por medio de dos tubos, con almacenamiento en tolva, con captura por medio de las manos, que no retenga mugre por su material liso para su fácil limpieza, con filtrado de hojas por medio de malla, con posición en la espalda, utilizando movimientos del método mejorado de recolección, en terrenos con pendiente entre el 50% y 70%, con distancias entre filas y arbustos de 1,2*

*metros, para arboles de 3ª cosecha, para la cosecha principal, en terrenos normales, con concepto a comunicar eficiencia y eficacia mas económico”*

### **Ing. Javier Mauricio Henao Obando**

#### Tratamiento 1 sin matriz

*“Método mejorado en el cual el cosechero empieza de arriba hacia abajo por todas las ramas, a su vez teniendo en cuenta cafetales a una distancia de 1,0 m x 1,0 m metro, lo hace siempre por una cara del árbol sobre la calle para luego continuar con la otra cara del árbol; para pendientes superiores al 30%, en pendientes inferiores utilizaremos las aspiradoras para recolectar el grano del suelo y en pendientes mayores a 30% la recolección de los frutos a mano”*

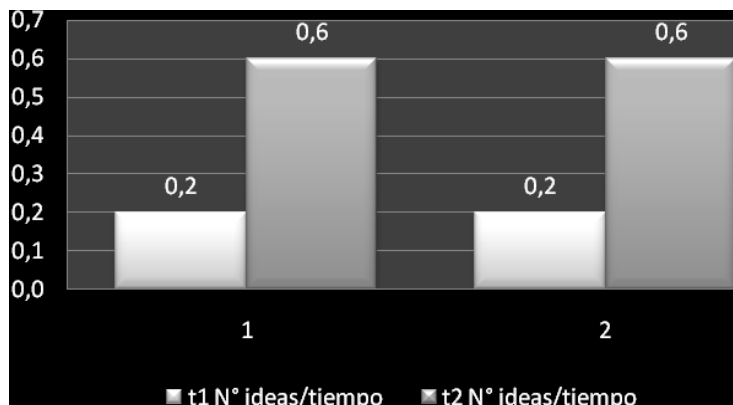
#### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para mujeres, para recolección con las manos, con transporte o descarga por medio de aspiradora, para almacenar en morral, con captura por medio de malla en el suelo, sin costuras para su fácil limpieza, con filtración de hojas por medio del aire, con posición en la cintura, utilizando el método mejorado de recolección, para terrenos con pendiente entre el 30% y el 50%, con distancia entre filas de 1,2 metros y distancia entre arbustos de 1,2 metros, para arboles de 4ª cosecha, para cosechas diarias, en terrenos normales, con concepto a comunicar dejo menos en el suelo”*

*“Dispositivo para jóvenes hombres, para coger por medio de vibración, con transporte o descarga por medio de un tubo, con almacenamiento en malla y captura en bandejas, con material que no retenga humedad, y filtración de hojas por medio de zaranda, con posición en la espalda, utilizando el método mejorado, para terrenos con pendiente entre el 30% y el 50%, con distancia entre filas de 1,2 metros y distancia entre arbustos de 1,5 metros, para arboles de 3ª cosecha, para cosechas principales, en terrenos normales, con concepto a comunicar dejo menos en el árbol”*

Gráficamente estos son los resultados de los tratamientos con los dos profesionales en extensión:

Grafico 2. Resultados de la comprobación con profesionales con experiencia en extensión.



Al preguntárseles por el manejo del instrumento sus opiniones fueron las siguientes:

*“Bueno la herramienta que acabamos de utilizar nos está proporcionando una visión mas amplia de los contenidos en la forma de recolectar, la mayoría de las veces tenemos conceptos muy básicos de lo que es un recolector esto nos da una idea de que la población recolectora de café es mucho mas amplia mucho mas diversa y nos puede dar herramientas mas eficientes para pensar nuevos métodos y nuevas tecnologías para el tipo de recolección, el instrumento para conceptualizar esta herramienta nos puede fortalecer esa creatividad en buscar nuevos métodos de recolección”*

*Ing. Jaime Humberto Arias*

*“Esta matriz que nos permite tener una visión mas amplia de lo que es la recolección; nosotros solo pensamos en una persona que va coge un grano y lo echa a un coco, la matriz nos da una herramienta donde hay diversidad de personas, de géneros, de edades, en las cuales tenemos que tener presentes que la matriz nos da todas las fortalezas que ellos pueden tener; y las debilidades, para así asumir un mejor control tanto en la recolección como en la parte social; es interesante ver la forma como la creatividad da diferentes herramientas, para los diferentes tipos de recolección; a su vez vemos muy interesante y práctico que es como lo fundamental, en utilizar la herramienta en cada una de nuestra fincas, para este caso de café”*

*Ing. Mauricio Henao*

**4.1.2.3 Profesionales en Diseño industrial.** La comprobación con los expertos en diseño de productos que para este caso específico son profesionales en diseño industrial se realizó en las instalaciones del Tecno parque Manizales; para esto se realizó la introducción necesaria en el tema, explicándoles las funciones del instrumento y sus posibles alcances, para este caso fue necesario hacer una pequeña introducción sobre el desarrollo de dispositivos de recolección, en cuanto al tema de la caficultura, los diseñadores son conocedores, ya que pertenecen a la región cafetera y sus familias tienen fincas cafeteras, los profesionales que colaboraron con la presente investigación fueron los siguientes:

? **Jorge Alejandro Duque**  
Diseñador Industrial  
Universidad Autónoma de Manizales

? **Fabio A. Orozco**  
Diseñador Industrial  
Universidad Autónoma de Manizales

Figura 41 . Comprobación con diseñadores industriales.



### **Diseñador Industrial Alejandro Duque**

#### Tratamiento 1 sin matriz

*“Sistema para la recolección de café, se trata de un par de mangueras conectada a una aspiradora que succiona el café al ser tomado por el caficultor el cual lleva puesto una par de guantes recolectores adheridos a la manguera. Todo el café se va almacenando en un contenedor puesto en la espalda”.*

### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para adultos para recolectar con las manos transportando el café por 2 tubos, almacenando en un morral, capturando con las manos, con materiales que no retengan la humedad, con filtrado de hojas por medio de malla, con posición corporal del dispositivo en la cintura, sosteniendo, arrancando y soltando el café como movimiento de manos, en lotes con pendiente entre el 30% y 50%, con distancias entre filas y arbustos de 1 metro, para todo tipo de edades del cafetal, para cosecha diaria en terrenos normales, y teniendo como concepto a comunicar por el dispositivo, dejo menos en el suelo”*

*“Dispositivo para adultos mayores utilizando vibradores con descarga por un tubo, almacenando el café en malla con captura en el piso, que sea desarmable para su facilidad en la limpieza, con filtrado de hojas con malla con posición corporal del dispositivo en la cintura, sosteniendo, arrancando y soltando el café como movimiento de manos, en lotes con pendiente entre el 30% y 50%, con distancias entre filas y arbustos de 1 metro, para todo tipo de edades del cafetal, para cosecha diaria en terrenos normales, y teniendo como concepto a comunicar por el dispositivo, dejo menos en el suelo”*

*“Dispositivo para familias con recolección manual, con transporte por medio de manga y almacenamiento en canguro, con captura manual, desarmable, con filtro para hojas con malla, con posición corporal en la cintura, sosteniendo, arrancando y soltando el café como movimiento de manos, en lotes con pendiente entre el 50% y 70%, con distancias entre filas y arbustos de 0,7 metros, para edades del cafetal de primera y segunda cosecha, para cosecha diaria en terrenos normales, y teniendo como concepto a comunicar por el dispositivo, dejo menos en el suelo”*

## **Diseñador Industrial Fabio Orozco**

### Tratamiento 1 sin matriz

*“El mecanismo que utilizaría para recoger café tiene que estar ligado con la cultura cafetera, debe de hacer parte el cesto y la vestimenta cafetera, básicamente sería un sistema ligado al árbol que permita atrapar los granos maduros y verdes, que no puedan ser agarrados por el árbol, conectados desde su tallo. Por parte del recolector, utilizaría un sistema que le permita al recolector ser mas eficaz en el desgrano de la planta, cosa que el pueda quitar y soltar sin llevar la mano al cesto y esto todo debería ir implantado, en el sistema como tal”.*

### Tratamiento 2 con matriz

*“Dispositivo para adultos con recolección por medio de golpe, con descarga con dos tubos, con almacenamiento en morral, con captura por medio de malla en el suelo, sin costuras para su fácil limpieza, con filtración de hojas por medio de malla, con posición en la espalda, con movimiento en las manos SAS (sostener, arrancar y soltar), para pendientes del terreno entre un 30% y 50% , con distancia*

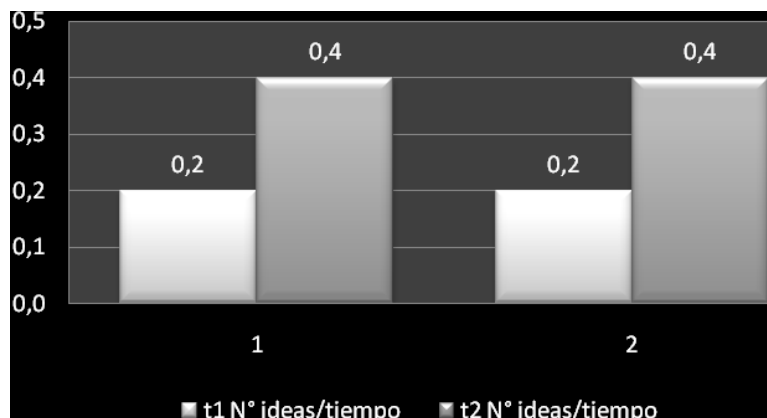
entre filas y arbustos de 1,0 metro, para arboles de 4ª cosecha, para cosechas principales, en terrenos normales, con concepto a comunicar gano mas dinero”.

“Dispositivo para adultos mayores, con recolección por medio de aspiración, con descarga por medio de manga, con almacenamiento en camión, con captura por medio de aire, cuyo material no retenga humedad para su fácil limpieza, con filtración de hojas en el suelo, con posición en el antebrazo, con otro movimiento en las manos, para pendientes del terreno entre un 0% y 30% , con distancia entre filas de 1,2 metros y distancia entre arbustos de 0,7 metros, para arboles de 2ª cosecha, para cosechas principales, en terrenos fangosos, con concepto a comunicar no recolecto sino maduro”.

“Dispositivo para familias, con recolección por medio de las manos, con descarga por medio de manga, con almacenamiento directo en la estopa, con captura por medio de bandejas, que sea desarmable para su fácil limpieza, con filtración de hojas por medio del agua, con posición en la cintura, con movimientos del método mejorado, para pendientes del terreno entre un 50 y 70% , con distancia entre filas de 0,7 metros y distancia entre arbustos de 1,2 metros, para arboles de 3ª cosecha, para cosechas de mitaca, en terrenos secos, con concepto a comunicar me rinde más”.

Gráficamente estos son los resultados de los tratamientos con los dos diseñadores industriales:

Grafico 3. Resultados de la comprobación con diseñadores industriales.



Al preguntárseles por el manejo del instrumento sus opiniones fueron las siguientes:

*“Bueno el ejercicio de la matriz pues comparado con ejercicios tradicionales, lo que hace es abrirle la mente al diseñador, obviamente encajado bajo ciertos parámetros, lo cual no termina siendo una limitante sino simplemente un enrutador, por así decirlo, siendo mucho más ordenado el proceso de concepción o creación pero sin olvidar ciertos parámetros, que dejan abierta la creatividad a la hora de llegar a concebir los productos”*

*Diseñador Industrial Alejandro Duque*

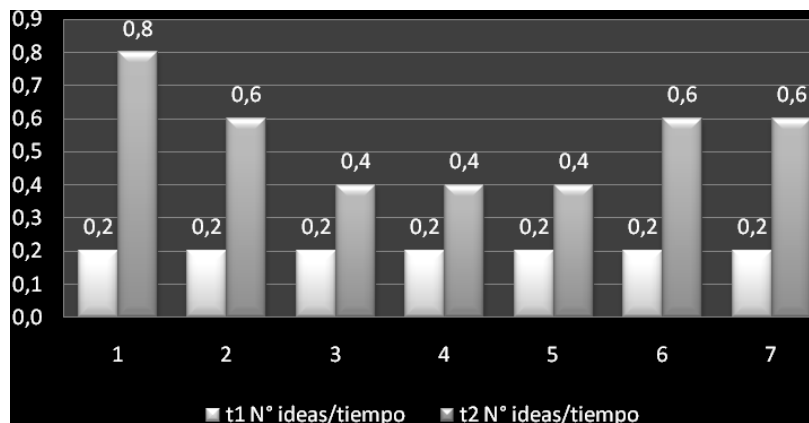
*“Bueno esta matriz nos permite diversificar todos los diferentes puntos de vista que se establecen en el momento de uno diseñar, muchas veces uno se sesga a algunas cosas y no tiene en cuenta otras, este tipo de matrices nos permite es mirar desde todos los puntos de vista posibles, que se puede desarrollar en un producto, de cómo desarrollarlo y como llevarlo a cabo sin que se nos pueda pasar ningún ítem que nos pueda digámoslo así ensuciar nuestro diseño”*

*Diseñador Industrial Fabio Orozco*

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Realizadas las comprobaciones con los expertos, podemos notar que tanto en el grupo de investigadores, extensionistas y diseñadores, la utilización del instrumento de conceptualización para herramientas de recolección, logro incrementar la cantidad de ideas o conceptualizaciones de dispositivos por parte de ellos. Igualmente al preguntárseles su opinión personal con respecto a la utilización del instrumento, los expertos manifestaron favorabilidad en la posibilidad de generar e incrementar ideas de dispositivos.

Grafico 4. Resultados de la comprobación con los expertos.



**4.2.1 Centro Nacional de Investigaciones del Café – Cenicafé café.** Para el total del grupo de expertos de Cenicafé, se puede observar un incremento en el número de ideas, incluyendo por medio de la matriz los 16 factores incluidos en el instrumento.

También manifestaron la posibilidad de aprovechar la creatividad por medio del instrumento en los momentos de iluminación e incubación, igualmente declararon casi en conjunto el agrado por tenerse la posibilidad de realizar trabajos interdisciplinarios entre las diferentes ingenierías que conforman el equipo de trabajo, lográndose así un consenso entre ellos mismos a la hora de diseñar o conceptualizar dispositivos de recolección.

Ante la recomendación de trabajar la matriz de combinación con los factores internos y externos en un tablero permanente en las instalaciones de la disciplina, expresaron interés en poder implementarlo y utilizarlo permanentemente. Finalmente manifestaron interés por la posibilidad que da la matriz, de recrear el cafetal con todos sus factores, para el cual se piensa diseñar una herramienta.

**4.2.2 Profesionales con experiencia como extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.** Igualmente como en el caso de los investigadores, los extensionistas también lograron incrementar el número de conceptualizaciones de herramientas, para ellos fue de bastante importancia el hecho de poder encontrar diferentes tipos de usuarios o recolectores, dejando así de enmarcar los diseños en un solo ser llamado recolector, el cual obviamente puede tener diferentes variables que cambien el usuario objetivo en el desarrollo de una herramienta, incluyendo así el factor social. También observaron y manifestaron la posibilidad de implementar el instrumento en las fincas, directamente con los cafeteros.

**4.2.3 Profesionales en Diseño industrial.** Finalmente en el caso de la comprobación con los diseñadores industriales, se logró incrementar el número de conceptualizaciones, además manifestaron sobre el instrumento, la posibilidad de abrir el campo de acción, que para este caso específico se refiere a las múltiples posibilidades de los factores tanto internos como externos, dándoles así una herramienta que en medio de las múltiples posibilidades da un orden o enrutador en el momento de diseñar.

#### **4.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Como se había mencionado en el marco teórico, la creatividad se puede definir como una capacidad que tenemos todos los seres humanos en común; esta

situación se puede confirmar, con cada uno de los grupos de expertos, con los cuales se realizó la comprobación; debido a que se puede notar, el incremento en el número de ideas y también de las divergentes posibilidades creadas por ellos con el uso del instrumento; igualmente se pueden observar las combinaciones de elementos, antes no relacionados, dándose así nuevos esquemas mentales y de por sí nuevos productos o ideas.

Esta situación anteriormente expuesta se logró dar precisamente en la etapa de incubación tal como se esperaba, además de quedar demostrado, que los métodos aleatorios, para este caso en específico dan la estrategia necesaria para cumplir con el objetivo de la investigación, permitiendo la relación de conceptos sin relación aparente, que al haberse trabajado de forma exploratoria por los diferentes expertos, permitieron la creación de nuevas combinaciones y de por sí de nuevas conceptualizaciones de herramientas.

Estas comprobaciones de la utilización del instrumento, se basaron en una metodología no rigurosa, casi por tanteo e intuición, tal como lo sustenta la heurística, además de la posibilidad que da o brinda esta de enfrentar problemas pocos conocidos, que para este caso específico, dentro del grupo de expertos fueron los diseñadores industriales, que a pesar de ser expertos en la creación de productos, no tienen el mismo conocimiento de la caficultura o de desarrollo de herramientas para la recolección, como los expertos de Cenicafé o los extensionistas de la Federación Nacional de Cafeteros. En el caso de los investigadores y los extensionistas, el instrumento les permitió hacer uso de sus experiencias adquiridas y acumuladas, como conocimiento directo e intuitivo.

En los tres casos de comprobación y sus resultados, se puede observar que la heurística permitió en un corto tiempo (5 minutos), la creación rápida de soluciones, para un problema o reto, del cual no se tenía mayor información ni metodologías estrictas o algorítmicas.

Al determinar que las matrices heurísticas, permiten lograr los objetivos de la investigación, se pudo comprobar lo manifestado por De la Torre, cuando habla de las ventajas que aportan las matrices; ya que estas permitieron el fácil análisis de los expertos, de una situación compleja como la que se afrontó, por medio de una visión más intuitiva, estimulando la imaginación de ellos y permitiéndoles crear nuevas incógnitas que abren las puertas a nuevos planteamientos en cuanto a la recolección de café se refiere.

En cuanto al instrumento se refiere, tanto el método del diagrama morfológico como el circumrelator sirvieron de base teórica para el diseño, ya que se tomó como guía el procedimiento para realizar el instrumento, pero incluyendo las variantes de la matriz de combinación cruzada referenciada por Prada en la técnica Sinemática, ya que en la lista de posibilidades por cada factor se dan incluso algunas no lógicas o no probables, utilizando esto como detonador para el rompimiento de esquemas cerebrales ya establecidos en los expertos; además se incluyen dentro de los factores, diferentes tipos de usuarios dentro del grupo de recolectores como también se proponen varios conceptos del producto, situación que en la cotidianidad del investigador no se da.

Finalmente como base fundamental para poder cumplir con el objetivo de poder conceptualizar nuevas herramientas de recolección, que permitan aumentar el rendimiento operativo y disminuir las pérdidas, se tomó como referente el estudio de tiempos y movimientos, que confirman que un 92% en la distribución porcentual de los tiempos de recolección, son tiempos ociosos o tiempos en los cuales el recolector no está desprendiendo frutos del árbol, siendo esto el sustento teórico para proponer, por medio de un instrumento (heurístico) y por los métodos aleatorios, nuevas conceptualizaciones de herramientas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- ? El proceso de conceptualización con la matriz permite tener en cuenta los factores internos y externos básicos, para la concepción de herramientas de recolección, como el estado de los cafetales incluyendo su edad, siembra, pendiente, estado del terreno, llevando esto a una nueva concepción de agricultura, permitiendo así también a los creadores de herramientas, diseñar con anterioridad los terrenos a aplicar las tecnologías.
- ? Las matrices heurísticas permiten la concepción por medio de métodos flexibles, posibilitando así evitar procesos algorítmicos, caracterizados por pasos específicos, que pueden llevar a soluciones no creativas.
- ? La matriz heurística para la concepción de herramientas de recolección, permite el trabajo interdisciplinario, entre diferentes ramas del conocimiento, permitiendo así la posible unión de diferentes conceptos, dando como resultado conceptos unificados.
- ? La matriz heurística permite disminuir los tiempos y esfuerzos de los investigadores y expertos dedicados a la temática del desarrollo de dispositivos para la recolección de café, al poder combinar diferentes posibilidades, en una unidad menor de tiempo.
- ? La utilización de matrices heurísticas permiten la concepción de mayor cantidad de posibles soluciones en el desarrollo de tecnologías agrícolas de recolección manual para café, al permitir la combinación de elementos por medio de la intuición basada en la experiencia.
- ? Los métodos aleatorios permiten la conceptualización de herramientas por medio de la asociación o combinación de elementos primordiales en el diseño de las mismas, teniendo en cuenta diferentes tipos de usuarios o recolectores, su sexo, edad o posible discapacidad de los mismos.
- ? El instrumento de conceptualización de herramientas de recolección manuales en café, permite avanzar en la cantidad de posibles tipologías, al brindar a los usuarios mayor divergencia y fluidez en sus relaciones sinápticas.
- ? El instrumento de conceptualización a pesar de no ser algorítmico, permite tener un orden en el desarrollo de la idea, al tener en cuenta los factores

primordiales, permitiendo combinar, diferentes maneras de concebir y ver los problemas a solucionar.

- ? El instrumento de conceptualización permite decidir cambios en la manera como se va a recolectar los frutos de café del árbol, sea que se incrementen los pasos o que se disminuyan.
- ? El instrumento le permite al usuario pensar en el concepto a comunicar al posible usuario, llevándole así una promesa de venta al recolector.
- ? El instrumento de conceptualización permite aprovechar la iniciativa y creatividad de los posibles usuarios.
- ? La comprobación con los expertos demostró la fiabilidad y efectividad del instrumento de conceptualización.
- ? El instrumento permite a los investigadores, extensionistas y diseñadores, potencializar las posibilidades de conexiones sinápticas.
- ? El instrumento de conceptualización de herramientas luego de su comprobación, fue aceptado por los expertos.
- ? El instrumento permitirá a la organización Cosechemos Ltda., abarcar otros campos de desarrollo de tecnologías para diferentes cadenas agrícolas.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- ? Se recomienda continuar el estudio y desarrollo del instrumento en búsqueda de su posible sistematización por medio de un software que permita mayor rapidez en la respuesta y mayores combinaciones posibles.
- ? También se recomienda la implementación del instrumento en otros cultivos o cadenas productivas nacionales, trabajando de la mano con expertos en la temática escogida.
- ? El instrumento de conceptualización podría ser utilizado con enfoques sociales y culturales, teniendo así en cuenta a la población más vulnerable en las cadenas productivas agrícolas, los recolectores.

- ? Utilizar el instrumento como herramienta para diferentes proyectos de la universidad, enfocados en dar soluciones, tanto al área agrícola como otros campos de investigación.
  
- ? Igualmente es recomendable la continuación en la creación de matrices heurísticas en otros campos de estudio.

## REFERENCIAS

### FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, V. J. A., Oliveros, T. C. E., & Ramírez, G. C. A. (2004). *Evaluación de dos sistemas para el manejo de mallas en la cosecha manual del café*. Colombia. : Cenicafé, 55 (2) 130-135.

Calderón, de C. G. (1978). *Características socio laborales de los recolectores de café en un área Cersi: Veredas La Cabaña, El Chuzo y San Peregrino*. Comité de Cafeteros de Caldas, Departamento de Bienestar Social: Editorial Fotolito García e Hijos.

Chandler, J. V.; Sila S., & Abruña F. (1969). *Un nuevo método barato para cosechar café en plantaciones de altos rendimientos*. Puerto Rico: Revista del Café.

Cross, N. (2001). *Métodos de Diseño, Estrategias para el diseño de productos*. México: Editorial Limusa Wiley.

Duabili, E. R., & Simonsen, H. (1992). *Creatividad y Marketing, El libro que contiene la regla heurística*. Colombia: Mc Graw Hill.

Federación Nacional de Cafeteros De Colombia – Federacafé (1997). *Sistema de información cafetera. Encuesta nacional cafetera*, Bogotá. Colombia.

Fernández, J., & Rodríguez, M. (1999). *Creatividad para resolver problemas*. México: Editorial Paz.

Gonzales, B. M. (1999). *Métodos heurísticos y creación publicitaria*. Tesis para optar al título de Doctor en Publicidad, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid, España.

Guilford, J.R, (1986). *La naturaleza de la inteligencia humana*. Argentina: PAIDOS.

Guzmán, R. José L., Gómez, G. G., Janovitz, K. A., Robles, V. E., & Olivares, M. S. S. (2001). *Sistema de competitividad y gestión general matricial: un modelo dirigido a las Pymes para transitar desde la imaginación a la innovación*. Brasil: RECITEC.

Icontec. Norma técnica Colombiana, NTC 1486 (2008). *Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación*. Bogotá: Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Sexta actualización.

Landau, E. (1987). *El vivir creativo*. Barcelona: Ediciones HERDER.

López, F. H. A. (2004). *Cosecha manual asistida de café cereza mediante el uso de Aro, Manga y Dispositivo de Espalda (Aro andes)*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

López, F. H. A., Oliveros T. Carlos E., Cesar A. Ramírez G., Álvarez V. J. Alejandro., & Sanz U. J. R. (2008). *Manga para la recolección manual del café, Experiencia de investigación participativa*. Colombia: Avance Técnico Cenicafé N° 374, Gerencia Técnica, Programa de Investigación Científica.

Martínez J. E., Naranjo, H. C. G.; Aldana de Conde, G., Gonzales, Q. C. A., & Rodríguez, R. J. (2010). *Creatividad & Innovación*. Universidad Autónoma de Manizales, Maestría de Creatividad e Innovación en las Organizaciones: Editorial Autónoma.

Michalko, M. (2001). *Thinkertoys, Como desarrollar la creatividad en la empresa*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Moles, A., & Caude, R. (1986). *Creatividad y métodos de innovación*. Madrid: Taurus Comunicación.

Muñoz, J. (1994). *El pensamiento creativo*. Barcelona: Ediciones OCTAEDRO.

Oliveros, T. C. E., Álvarez, V. J. A., Ramírez, G. C., Sanz, U. J. R., Moreno, E. L., & Peñuela, M. A. E. (2006). *Cosecha Manual de café utilizando mallas plásticas*. (Colombia). Avance Técnico Cenicafe N° 354, Gerencia Técnica, Programa de Investigación Científica.

Pomareda, C., & Hartwich F., (2006). *Innovación agrícola en América Latina Comprendiendo el papel del Sector Privado*. Instituto Internacional De Investigación Sobre Políticas Alimentarias: IFPRI.

Prada, R. (2002). *Creatividad e Innovación empresarial*. Bogotá: Tecnopress Ediciones Ltda.

Real Academia Española (2007). *Diccionario*, 22ª Edición. Madrid: RAE.

Rodríguez, E. M., & Fernández, O. J. A. (1999). *Creatividad para resolver problemas Principios y Técnicas*. Colombia: Editorial Colina.

Sampieri, R. H., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (1998). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Sikora, J. (1979). *Manual de Métodos Creativos*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.

Torre, S. de la, (2007). *Creatividad aplicada, recursos para una formación creativa*. Buenos Aires: Grupo Editorial Lumen.

Vélez, Z. J.C., Montoya, R.E.C., & Oliveros, T.C.E. (1999). *Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café*. Chinchiná Colombia: CENICAFÉ. Boletín Técnico N° 21. 91p.

Zoli, M., Vieri, M., & Leguizamón, J. (2000). *Recolección Mecanizada del Café*. Costa Rica: Revista Agricultura de las Américas.

#### **FUENTES DE INTERNET**

Federación Nacional de Cafeteros De Colombia (2007). *La Federación de Cafeteros como ONG. El Café Capital Social Estratégico*. [Versión Electrónica]. Colombia.

#### **OTRAS FUENTES**

Mejía P. C. (2008). *Café Investijium: Tras las huellas de la investigación* (Jaramillo V. F. Director). Venslauskas A. (Productor), Universidad de Medellín, Comisión Nacional de Televisión, Canal 13, Colombia.

#### **ANEXOS**

Anexo A. Café, INVESTIJIUM, Tras las huellas de la investigación, Audiovisual.