

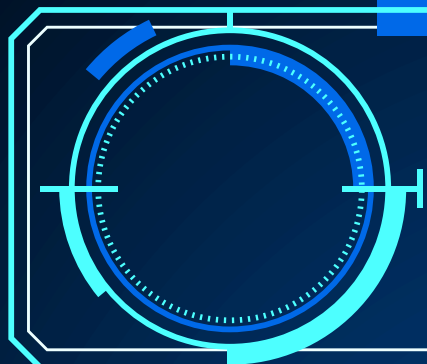
REVISTA TEINNOVA

UNA MIRADA DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN
4TA EDICIÓN



Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial
Regional Risaralda

ISSN: 2500 - 7211



CONTENIDO

ESCUELAS INTERCULTURALES E INCLUSIVAS COMO ALTERNATIVA ANTE LA CRISIS DE LA EDUCACIÓN EN COLOMBIA 4

Modelo para el desarrollo y diagnóstico del Laboratorio de Creatividad TIC SENA 11

SELECCIÓN DE PMIC'S PARA APLICACIONES DE BAJA POTENCIA 18

NÉCTAR DE CARAMBOLO (*Averrhoa carambola*) Y LIMONARIA (*Cymbopogon citratus*) COMO ALTERNATIVA DE TRASFORMACIÓN DE RECURSOS AGRÍCOLAS EN LA REGIÓN 23

APROVECHAMIENTO DE SEMILLA DE MANGO EN EL DESARROLLO DE GALLETAS PARA CONSUMO HUMANO 32

VALIDACIÓN DE UN MÉTODO GRAVIMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C 40

COMPARACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE OPENSTACK, OPENNEBULA Y CLOUDSTACK PARA HPC: ESTADO DEL ARTE 45

FORTALECIMIENTO DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO FÍSICO Y SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE CAFÉ EN EL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL DEL CTA CARTAGO 55

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS EN EL DESENVOLVIMIENTO DE LOS SECTORES ECONÓMICOS RISARALDENSES 60

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL CDITI EN LA CIUDAD DE DOSQUEBRADAS 66

DOMÓTICA INCLUSIVA Y EL RELEVO GENERACIONAL EN EL CAMPO, MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES 71

EDITORIAL

En los albores de la cuarta revolución industrial, la divulgación del conocimiento científico y tecnológico cada vez es mas relevante no basta con diseñar, modelar o construir es el legado del accionar del conocimiento que permite a las generaciones actuales y futuras su desarrollo social, cultural y económico.

De ahí la importancia de la escritura científica como elemento cultural que permite la preservación de saberes, construcción de nuevo conocimiento a partir del esfuerzo, trabajo y desarrollos de generaciones anteriores.

So pena de parecer redundante, para abordar la escritura científica es necesario analizarla desde la producción científica misma, que, a su vez, se materializa en los artículos científicos. Desde la perspectiva lingüística, fortalece los procesos que fundamentan el posicionamiento

del escritor en el texto científico y se muestra cómo el posicionamiento es el resultado de procedimientos enunciativos que etiquetan la actitud o la subjetividad del escritor científico (Hyland, 2002; Reuter, 2004).

Es aquí donde producto de una estrategia inicial de divulgación científica bajo el liderazgo de la línea SENNOVA del SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Regional Risaralda, se crea la revista científica TEINNOVA, Una Mirada de Innovación e Investigación, que para beneplácito ofrece a la comunidad científica y académica del país su tercera edición.

Agradecimientos a todas las personas que creyeron en este esfuerzo académico y que aportan al desarrollo científico y tecnológico del país.

1 Hyland, K. (2002). Authority and invisibility: Authorial identity in academic writing. *Journal of pragmatics*, 34, 1091-1112.

MSc. Ing. Juan Carlos García Buitrago
Gestor Nacional, Red de Electrónica y Automatización,
del SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica
Industrial, Área de Formación.
Pereira, Colombia
jcgarciaab@misena.edu.co



ESCUELAS INTERCULTURALES E INCLUSIVAS COMO ALTERNATIVA ANTE LA CRISIS DE LA EDUCACIÓN EN COLOMBIA

INTERCULTURAL AND INCLUSIVE SCHOOLS AS AN ALTERNATIVE TO THE EDUCATION CRISIS IN COLOMBIA

Csp. David Alberto Ortega Mejía, SENA, Centro de Comercio Industria y turismo, Colombia daortegam@sena.edu.co
Lic. Duley Cristina Meza Negrete, SENA, Centro de Comercio Industria y turismo, Colombia duleymezezanegrete2012@gmail.com
Martha Cecilia Solano Lora, SENA, Centro de Comercio Industria y turismo, Colombia mcsolano@sena.edu.co

Resumen

La realidad de la escuela oficial en Colombia se ha configurado alrededor de poblaciones caracterizadas por índices de pobreza y desigualdad, incluyendo que muchos de los territorios han sido testigos de una lucha política y económica que ha relegado a la educación a un segundo plano; a esto que suma que los esfuerzos del gobierno nacional, han estado enfocados hacia el cumplimiento de estándares internacionales, motivo por el cual se le ha designado a la comunidad educativa la misión de alcanzar los mejores resultados a pesar de sus limitaciones y dificultades. En este sentido el presente artículo tiene como propósito analizar los aspectos que de manera evidente afectan a la escuela colombiana, permitiendo además exponer la escuela intercultural e inclusiva como una alternativa de cambio y mejora. La propuesta de escuela intercultural surge como respuesta a los cambios presentados a nivel mundial y que han puesto la inclusión como un referente de garantía de derechos para sociedades cada vez más interconectadas, democráticas y pluralistas.

Palabras claves: escuela, interculturalidad, inclusión y diversidad

Abstrac

The reality of the official school in Colombia has been shaped around populations characterized by poverty and inequality indices, including that many of the territories have witnessed a political and economic struggle that has relegated education to the background; To this, he adds that the efforts of the national government have been focused on compliance with international standards, which is why the educational community has been appointed to

achieve the best results despite its limitations and difficulties. In this sense, the purpose of this article is to analyze the aspects that obviously affect the Colombian school, also allowing the intercultural and inclusive school to be exposed as an alternative for change and improvement. The intercultural school proposal arises in response to the changes presented worldwide and that have made inclusion as a benchmark for guaranteeing rights for increasingly interconnected, democratic and pluralistic societies.

Keywords: school, interculturality, inclusion and diversity

INTRODUCCIÓN

Ante las circunstancias adversas que enfrenta la escuela colombiana, se hace necesario el desarrollo de nuevas posturas educativas a través de las cuales se comience por construir una nueva visión de escuela, en la cual sea posible la puesta en marcha de innovadoras propuestas de enseñanza, que vayan de la mano de procesos de inclusión, de manera que se privilegie la participación activa de todos los agentes educativos, docentes, educandos y padres de familia, en un contexto donde la autonomía y el ideal de ciudadano se conviertan en el interés central de la educación escolar.

Es de anotar que el lenguaje intercultural hace referencia a lo que podría concebirse como la consecuencia de una sociedad cada vez más multicultural, donde en un mismo espacio convergen un importante número de sujetos que se reconocen como diferentes e interactúan y se relaciona dentro de su diferencia. En este aspecto es necesario que

ese encuentro pluriétnico diverso sobrepase los límites de la mera aceptación de la diversidad cultural y se empiece por pensar en las relaciones de respeto, intercambio y consenso, necesarios para garantizar una convivencia pacífica y enriquecedora para aquellos que son capaces de valorar la riqueza de convivir con el otro¹. Es en este nuevo escenario que se proponen para la escuela elementos interculturales como los siguientes:

Se trata de modelos donde el personal de la escuela mantiene actitudes y valores democráticos; donde se legitima la diversidad étnica y cultural; donde los procedimientos de evaluación favorecen la igualdad; donde los currículos y los materiales de enseñanza presentan las diversas perspectivas culturales; donde el pluralismo lingüístico y la diversidad son valorados y promovidos; donde los estilos de enseñanza y la motivación son adaptados al grupo; donde el alumnado de los diferentes grupos culturales disfrutan del mismo estatus en la escuela; donde profesorado y alumnado adquieren las habilidades y perspectivas necesarias para reconocer formas variadas de racismo y emprender acciones orientadas a su eliminación; donde niñas y niños son entrenados en la resolución positiva de los conflictos (Pérez, 2004, p.12)

Lo señalado por el autor ejemplifica la manera no solo como es posible abordar el contexto escolar, sino también la manera como este debe transformarse desde su interior. Comprender la realidad de las poblaciones en las cuales la escuela está inmersa es el primer paso para garantizar el modelo educativo coherente y pertinente, teniendo en cuenta que una de las realidades de la educación en Colombia, es que esta representa el único medio posible a través del cual los niños y jóvenes logran un mejor

futuro, por tanto negarles una buena educación sería condenarlos a una sociedad que inmortaliza la desigualdad y atraso.

De acuerdo con un estudio realizado por el Ministerio de Cultura de Colombia, en el año 2013 se focalizaron 1.091 municipios, demostrando que "la diversidad cultural de Colombia se refleja en la presencia de comunidades étnicas, especialmente de indígenas afrodescendientes, que están en 46,6% de los municipios del país" (Mincultura, 2013, p. 55). A estos datos se suma el último informe presentado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística que reveló que la población indígena es joven, "el 40% de la población es menor de 15 años. El grupo de edad que presenta una mayor concentración de población es el de cero a cuatro años, seguido por el grupo de 5 a 9 años" (Dane, 2005, p.42). En ese sentido sería correcto establecer que las poblaciones de grupos étnicos la mayor proporción de la población joven, por tanto en edad de escolarización.

Cabe señalar además que muchas de estas comunidades étnicas se encuentran inmersas en las poblaciones de las grandes ciudades, "Otros departamentos con población indígena significativa son: Cauca (21,55%) y Putumayo (20,94%). Los departamentos de La Guajira, Cauca, Nariño, Córdoba y Sucre, concentran el 65,77% del total de la población indígena. El 93,49% de la población Rom reside en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Valle del Cauca, Bogotá, Norte de Santander, Santander y Nariño; estos también son los departamentos a los que pertenecen las ciudades donde se encuentran las principales kumpanias: Barranquilla, Cartagena, Cali, Cúcuta, Girón e Ipiales (Dane, 2005, p.39).

Es precisamente respondiendo a la realidad de la población en Colombia, que se hace hincapié en la necesidad de un nuevo discurso educativo que está en deuda desde hace ya más de 50 años, teniendo en cuenta que a través de planes educativos homogéneos lo que se hace es negar la diversidad cultural de una sociedad que requiere ser pensada desde y para la diversidad, en la que los distintos puedan relacionarse y saber convivir en paz. El territorio colombiano de norte a sur es multicultural, por ende las aulas

1 Díaz Aguado, M. J., & ANDRÉS, M. T. (1997). Educación intercultural y aprendizaje cooperativo en contextos heterogéneos. Madrid: CIDE. Plantea que uno de los objetivos de la educación intercultural son comprender y respetar las características de otras culturas, reconociendo su valor como formas de adaptación a contextos que generalmente también han sido diferentes; y desarrollar una identidad basada en la tolerancia y el respeto a los derechos humanos, dentro de los cuales debe incluirse el respeto a la diversidad cultural.

son multiculturales y las relaciones entre culturas vuelven a la escuela intercultural, lo que demanda una relación de intercambio permanente que no ha sido valorada, y que requiere de la incorporación de importantes teorías que se han diseñado con respecto a esta realidad. En este orden de ideas, la pregunta que guía este trabajo se orienta al análisis sobre *¿cómo desarrollar en las escuelas colombianas, una propuesta educación intercultural e inclusiva que ayude a superar la crisis de la educación en el país?*

ESCUELA, INCLUSIÓN E INTERCULTURALIDAD

En el contexto de este trabajo es pertinente hablar de la teoría de la educación inclusiva. En esta nueva forma de visualizar la educación se pretende integrar a la escuela en el proceso social de inclusión, la cual consiste en reorganizar los ambientes educativos de tal manera que se conviertan en escenarios amplios, solidarios, equitativos, especiales e incluyentes, los autores definen el aula inclusiva como “el proceso por el cual se ofrece a todos los niños, sin distinción de la discapacidad, la raza o cualquier otra diferencia, la oportunidad para continuar siendo miembro de la clase ordinaria y para aprender de sus compañeros, y juntamente con ellos, dentro del aula” (Stainback & Stainback, 1999, p.14). Los autores establecen las cinco formas necesarias para llevar a cabo la educación inclusiva: la primera de ellas *resituar la escuela* donde le corresponde, como una “comunidad de aprendizaje” al servicio de una comunidad; *plantear una Base Curricular Común*, que sea realmente común, es decir, adecuada para todo el alumnado; *programar para que todos puedan aprender*: la personalización de la enseñanza y el aprendizaje; *fomentar la autonomía del alumnado*: las estrategias de autorregulación del aprendizaje; y por último *organizar el trabajo en el aula* de modo que los alumnos puedan aprender unos de otros: la estructuración cooperativa del aprendizaje.

A partir de lo planteado, es posible señalar que un modelo de escuela intercultural, reúne los elementos necesarios para la formación holística de los futuros ciudadanos, debido que a través de ésta, se contribuye a una educación

que integra, que orienta los aprendizajes desde una perspectiva humanista, donde el hecho de aceptar hace posible incorporar nuevas relaciones de intercambio y de aprendizajes, abriendo la posibilidad de construir estrategias de enseñanza para todos, donde además se puede concebir el concepto de competencia como habilidades no solo cognitivas sino también emocionales.

El modelo de escuela intercultural se ajusta de alguna manera a elementos propuestos desde la neurociencias, donde refieren que los contextos de aprendizaje estimulan los procesos de comunicación cuya relación apalanca poderosamente el sistema de interconexión del cerebro, donde el aprendizaje eficaz trata de tener “circuitos sociales poderosos en el cerebro denominándose como inteligencia social, la cual se define como un conjunto de competencias interpersonales construidas sobre circuitos neuronales específicos (y sistemas endocrinos relacionados) que inspiran a los otros a ser eficaces” (Goleman & Boyatzis, 2008, p.3).

Visto así, es posible presumir que existen en el cerebro elementos específicos que presuntamente pudiesen ejercer singularidad en los seres humanos, de igual modo que existen factores internos o externos que podrían llegar a incidir en el cerebro, en ese sentido los factores externos podrían estar asociados a elementos de la cultura y la cotidianidad, cabe señalar entonces que desde el neurociencias es posible comprender el valor de articular los elementos de la cultura a los procesos académicos que de manera intrínseca aportan al desarrollo de competencias cognitivos y emocionales, a partir de estas claridades es posible generar las estrategias y recursos necesarios para estimular el potencial requerido para desarrollar procesos de aprendizaje.

Así mismo, otros autores plantean que “el aprendizaje de la cultura es una necesidad de vida; un proceso donde se es partícipe, no receptor pasivo. Donde se construyen y fortalecen personalidades desde los referentes que ofrece el ambiente y las relaciones sociales que mantienen las personas” (Martínez, 2008, p.288), y que además “la educación juega un rol esencial en potenciar la identidad cultural, porque para poder salvaguardar hay que reconocer, ya que no se puede formar

en el alumno un sentido de pertenencia de algo que le es desconocido. Por tanto, es posible para el alumno situarse en un espacio que le es propio" (Norambuena & Mancilla, 2005, p.226). De los autores referenciados es posible establecer que la educación necesita de la cultura como la cultura necesita de la educación, la primera relación se da teniendo en cuenta que todo acto educativo lleva impreso procesos de comunicación e intercambio que desarrollan en el individuo procesos adaptabilidad y significancia, esto quiere decir que desde todo contexto escolar se forman en saber nuevos y conocimiento contruidos de forma insitu, por tanto los educandos en compañía de sus docentes, descubren, crean y formalizan conocimiento. La cultura establece entonces los cimientos y bases necesarias para que el aprender sea un acto legitimado y valorado.

Por otro lado, la cultura necesita de la educación como fuente inagotable de identidad, comprender los acontecimientos, y las riquezas que los hacen únicos y diferentes es posible a través del día a día, pero se analiza e interpreta desde la perspectiva educativa. Formar desde el reconocimiento de las particularidades hace posible el debate constructivo de la diversidad social, promoviendo habilidades sociales que pongan en práctica acciones cívicas, de participación y responsabilidad con los bienes públicos a través de los cuales se gesten sociedades democráticas, enfocadas hacia el progreso y la vida en comunidad.

DESARROLLO DE PROCESOS DE INCLUSIÓN EN LA ESCUELA.

Si bien los procesos educativos son determinantes para el logro de una educación de calidad, se requiere también de aspectos que podrían considerarse sociales, y que por tanto demandan de una nueva forma de asumir la responsabilidad de formar de manera equitativa y participativa con todos las personas que hacen parte del contexto educativo, por ello "es necesario recrear un relato recorrido por la solidaridad, el entendimiento, el reconocimiento del otro, la inclusión, y al mismo tiempo la posibilidad de encontrar la forma de descubrir y sostener el propio proyecto de vida (Nero, 2017, p.4).

En este aspecto lo que se señala es que

aunque una escuela se desarrollen modelos educativos innovadores, sino se llevan a cabo procesos de inclusión se convertirá en otro epicentro a través del cual se reproduce la desigualdad y la segregación social.

Cabe señalar que la sociedad se ha convertido en un escenario donde confluyen una gran diversidad sujetos dotados de diferencias que pueden ser, étnicas, físicas, ideológicas, culturales y/o económicas, la pregunta que surge en medio de esta realidad tan diversa es ¿qué tan preparada esta la sociedad para garantizar los derechos de todos? el anterior cuestionamiento representa una gran responsabilidad y compromiso inagotable por fortalecer las políticas internacionales y nacionales desde una perspectiva humanista, pluralista y equitativa. En ese aspecto se estaría hablando entonces de la incorporación de la cultura como elemento vivo que se gesta al interior de las escuelas.

La nueva escuela debería exhibir una explosión de diversos rincones y lugares. El espacio único y homogéneo se rompe para dar lugar a una pluralidad de zonas de enseñanza y aprendizaje con funciones diversas y una innovadora presencia docente: reales, virtuales, a distancia, con tutorías, con el uso de diversas fuentes de consulta y acceso al conocimiento (Nero, 2017, p.19).

Todo lo anterior, implica un cambio estructural para la instituciones de la sociedad moderna, puesto que debe facilitar en gran medida los espacios para que se logre efectuar las relaciones bajo un ambiente de respeto y acogida, una acogida que no estará marcada por estereotipos o ideas equivocadamente apropiadas. Es por tal motivo que los esfuerzos deben estar encaminados a lograr que la sociedad valore y fortalezca la diversidad física y cultural como riqueza, logrando principalmente que se identifiquen intereses en pro de la aceptación recíproca de la diferencia, la cual permitirá que la resolución de los conflictos estén basados ahora en nuevas realidades que terminarán en el diálogo, en acuerdos y en el disfrute de los derechos.

Se debe iniciar por reconocer la importancia del Estado frente a la búsqueda de relaciones incluyentes y humanizadoras entre los sujetos

de una sociedad, de acuerdo con texto es necesario generar nuevos espacios de participación, por medio de la transformación de sus procesos estructurales como el aspecto laboral, social y educativo, por ello que se debe comenzar por implementar el ejercicio por los derechos humanos orientado sobre la base de la inclusión de todos, desde una perspectiva además intercultural, en donde sea posible crear encuentros entre sujetos diversos basados en el respeto y en el conocimiento de la identidad e integridad del otro.

Por otro lado, cuando se habla de inclusión no solo es importante comprender la heterogeneidad de los educandos, sino que también se hace referencia a la posibilidad de articular a los procesos educativos el acompañamiento de los padres y demás miembros de las comunidades educativas. Por lo que pretende favorecer la relación de la escuela con los padres de familia, logrando que dicha relación sea más sólida, permitiendo que los acercamientos de los docentes con los padres trascienda el vínculo tutor, es decir, que además de compartir temas e informes orientados con el proceso académico, se puedan establecer temas de tipo comportamental y emocional de los educandos. Hablar de una escuela participativa y democrática revela en cierta medida la necesidad de generar un sentido de apropiación y autonomía para los actores educativos, que deben empezar por reconocerse partícipes en los procesos de construcción de los proyectos educativos, por medio del cual sea visible al interior de la escuela los propósitos y visiones de una sociedad que pueda procurar por la formación integral de todos sus miembros. En ese sentido hay un discurso que se ha venido abriendo camino con base a lo que se reconoce como la “justicia curricular”, en el cual se plantea que “no sólo el derecho a aprender, sino a que dichos aprendizajes sean valiosos para la gestión de la autonomía y la participación activa en las esferas públicas y privadas de la sociedad contemporánea” (De la Cruz, 2016, p.1).

Se puede agregar que para poder superar algunas necesidades en la escuela, será necesaria la incorporación de redes de apoyo entre actores educativos y actores productivos, esta unión representan la posibilidad no solo de la inversión en ciencia e innovación educativa, si

no en la construcción de nuevas realidades para lograr el desarrollo de económico y mitigar las desigualdades presentes en el escenario social y educativo en Colombia, por lo tanto se requerirá de una gestión administrativa comprometida, capaz de propiciar alternativas de mejora que se traduzcan en verdaderos cambio que garanticen el bienestar educativo de los educandos.

Puede decirse entonces desde la perspectiva de la inclusión y la participación que uno de los retos de la educación actual es lograr convertir la escuela en un escenario de integración que vaya más allá del encuentro cultural y humano desde la complejidad de la diversidad y se convierta en un espacio de interacción, por medio del cual se reconozcan, a sí mismos como sujetos dotados de derechos capaces de compartir y relacionarse para lograr alcanzar una meta común que beneficiaría a todos de manera específica, por tanto será necesario disponer de espacios para la participación, a través de los cuales se haga evidente la toma de decisiones en el marco de una acción comunicativa conjunta que ponga en balance las necesidades y aspiraciones de toda la comunidad en general.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Lo que se ha planteado de la crisis de la educación escolar en Colombia, ha girado en torno a la concentración exacerbada de los indicadores de calidad, a través de los cuales se ha desconocido los cambios que realmente requiere la escuela, es por ello que imponer el logro de indicadores cuantitativos no resuelve los deficientes resultados obtenidos en pruebas internacionales como las Pisa, si bien, es importante fijarse metas desde la perspectiva extranjera y sus experiencias escolares, se requiere primero de una lectura a realidad local, comprender las cualidades de una población que es singular y única, por tanto guarda características y visiones de mundo distintas a las de otros países.

En ese sentido, lo que se expone no es una opción a la calidad, sino en la forma como este concepto ha sido entendido e impuesto como factor de medición y segregación de escuelas alrededor de todo el país, por tanto analizar a profundidad los planes estratégicos es fundamental, teniendo en cuenta que estos han sido elaborados en función de logros

externos a los propios y donde la participación ha sido reducida, la autonomía y capacidad de decisión de las poblaciones educativas es cada vez más desconocida, generando así una serie de planes educativos, métodos, contenidos que no son reconocidos para la comunidad y que muchos menos responden a sus necesidades.

Entender el currículo como guía y orientación para el desarrollo educativo es determinante, considerando que este debe ser una construcción conjunta, a través de la cual se incorporen y legitimen nuevos propósitos educativos, innovadoras estrategias educativas, metodologías incluyentes y donde se aborden temas estructurales de la sociedad, a través de la investigación como medio de aprendizaje. Son múltiples los escenarios a través de los cuales se puede transformar la escuela, sin embargo es necesario que exista un punto de partida y de encuentro entre todas las escuelas presentes en el territorio colombiano, es por ello que se propone como principio unitario la interculturalidad, que sea esta una sinergia entre todos los territorios del país, que si bien construirán de manera distinta su proyecto educativo, los unirá una visión de escuela incluyente donde es posible educar sobre la base de la educación como derecho fundamental para todos los ciudadanos. La visión intercultural abordada desde la escuela es pertinente en la medida que es posible concebir la educación como un sistema cambiante y complejo, a través del cual se incorporan procesos y se definen principios ineludibles, donde su principal objetivo debería ser la pregunta por el ser, es decir, ¿para qué educar?, ¿en función de qué elementos éticos y humanos se establece el aprendizaje de los seres humanos?, luego entonces la función educativa se concebiría como proceso abierto donde hay cabida para todos los sujetos sin distinción, porque precisamente aprender es una condición biológica por lo tanto está presente en todos. Estos podrían decirse son atributos compartidos con la cultura, entendiéndola como "interrogante, la pregunta acerca de cómo somos humanamente, en nuestras sociedades, en nuestras convivencias y en nuestros lenguajes" (Ytarte, p.31).

Sería correcto plantear entonces que tanto la cultura como la educación son producto de la cotidianidad, reflejo de la misma,

por tanto una se enriquece de la otra de manera recíproca, el dinamismo de ambas lleva a establecer parámetros académicos que nacen del contexto y que son cualidades identitarias de los educandos, por tanto su construcción no debe ser impuesta sino construida, no obstante, no se trata de formalizar modelos educativos basados en lineamientos etnocentristas, por el contrario, lo que se propone es celebrar la diversidad, hacer de la inclusión un elemento constitutivo de la escuela y de la sociedad, dando posibilidad de que la convivencia pacífica entre los ciudadanos no sea una meta sino una forma de alcanzar otras, es decir, está inmersa en la realidad escolar porque se ha formado en favor del respeto al otro y la tolerancia.

Finalmente, se puede decir que a partir del enfoque intercultural será posible abrir espacio para nuevas formas de concebir el acto de aprender y educar, por tanto será posible establecer procesos de negociación, a través de los cuales se incorporen nuevos escenarios de aprendizaje como las tecnologías, siendo capaces de poner diversas disciplinas al alcance de los educandos; sin dejar de lado la investigación como principio para retroalimentar la labor del docente, concibiéndola como el medio que hace posible construir conocimiento científico desde la escuela como laboratorio social y académico. Por tanto transformar la escuela requiere de la unión de voluntades y del esfuerzo gubernamental, solo a partir de estas movilizaciones será posible construir nuevas ideas que ayuden a transformar las realidades precarias de la sociedad colombiana.

Referencias bibliográficas

- Díaz Aguado, M. J., & ANDRÉS, M. T. (1997). Educación intercultural y aprendizaje cooperativo en contextos heterogéneos. Madrid: CIDE.
- Goleman, D., & Boyatzis, R. (2008). La inteligencia social y la biología del liderazgo. *Revista Harvard Business Review*. Volumen 86(9), (Pp. 86-95)
- Gómez, B. R. (2000). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. *OEI-Revista Iberoamericana*.
- Martínez García, B. (2008). El aprendizaje de la cultura y la cultura de aprender. *Convergencia*,

15(48), 287-307.

Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2015). Índice Sintético de Calidad Educativa. Morán O, P. (2004). La docencia como recreación y construcción del conocimiento Sentido pedagógico de la investigación en el aula. *Perfiles educativos*, 26(105-106), 41-72.

Norambuena Urrutia, P., & Mancilla Le-Quesne, V. (2005). La identidad cultural como fuente de aprendizaje significativo. *Geoenseñanza*, 10(2).

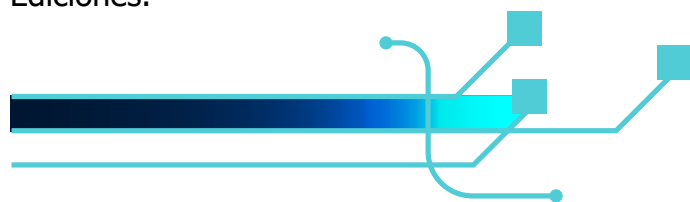
Noro, J, E (2017) Escuela del presente y escuela del futuro, Doctorado en Educación. Universidad del Rosario.

Noro, J, E (2017) Crisis de la escuela y la escuela necesaria, Doctorado en Educación. Universidad del Rosario.

Oraisón, M., & Pérez, A. (2006). Escuela y participación: el difícil camino de la construcción de ciudadanía. *Revista iberoamericana de educación*, 42(15-29).

Pérez, J. F. C. (2004). Interculturalidad y educación. *Revista Educativa siglo XXI*, 22, 9-17.

Stainback, S., & Stainback, W. (1999). *Aulas inclusivas: un nuevo modo de enfocar y vivir el currículo* (Vol. 79). Narcea Ediciones.



MODELO PARA EL DESARROLLO Y DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO DE CREATIVIDAD TIC SENA

Camilo Alejandro García Espinosa - Ingeniero Mecánico
Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones
Universidad Autónoma de Manizales
Bogotá (Colombia)
camiloutp@misena.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-1125-2719>

MODEL FOR THE DEVELOPMENT AND
DIAGNOSIS OF THE SENA ICT CREATIVITY
LABORATORIO DE CREATIVIDAD TIC SENA

Resumen

Artículo que analiza los resultados de la investigación cuasiexperimental de alcance correlacional desarrollada por el autor y llevada a cabo con aprendices del SENA Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (Colombia), suscitando las bases argumentales y la reflexión para la constitución de un modelo para el desarrollo y diagnóstico del Laboratorio de Creatividad TIC SENA.

Este modelo permitirá evaluar el impacto del desarrollo de habilidades creativas en los aprendices y demás colaboradores a partir del uso de herramientas TIC, y que se aborda desde tres dimensiones que son: psicosocial, ambiental-pedagógica y ambiental-física. Cada una de ellas no sólo permitirá identificar aspectos esenciales para la implementación de determinada herramienta TIC, sino que, además, permitirá la identificación y el desarrollo de estudios que permitan inferir en su relación con el desarrollo de habilidades creativas de los individuos como consecuencia del uso de herramientas TIC.

Palabras clave: Creatividad, diseño, modelado sólido, CAD 3D, ambientes creativos, innovación, relación.

Abstract:

This Article that analyzes the results of the quasi-experimental research of correlational scope developed by the author and developed with students of the SENA Center for Design and Industrial Technological Innovation (Colombia), raising the argumentative

bases and reflection for the constitution of a model for the Development and diagnosis of the SENA ICT Creativity Laboratory. This model will allow also to analyze the impact of the development of creative skills on students and other collaborators based on the use of ICT tools, which is approached from three dimensions that are: psychosocial, environmental-pedagogical and environmental-physical. Each one of them will not only identify essential aspects for the implementation of a certain ICT tool, but also allow the identification and development of studies and researches that allow inferring in relation to the development of creative abilities of individuals as a result of the use of ICT tools.

Key Words: Creativity, design, solid modeling, 3D CAD, creative environments, innovation, relationship.

1. Introducción

La identificación de aspectos que desarrollen la creatividad en los estudiantes es necesaria para entender las complejas tareas que emergen en el ingenio innovador del individuo, en los actuales escenarios educativos que demandan por una enseñanza renovada, con tinturas de "creatividad" y con matices transdisciplinarios. En la actualidad, el dinamismo laboral a nivel mundial ha cambiado, no solamente se requiere talento humano con competencias laborales, sino que, además, se requieren capacidades para crear e innovar, de solucionar problemas de forma alternativa (creativa) y en función de las tendencias sociales y tecnológicas. Por

tanto, como consecuencia de la información obtenida de los procesos experimentados por el uso de herramientas TIC (modelado CAD 3D) en relación con el desarrollo de habilidades creativas, que han permitido generar datos analizables para toma de decisiones (García Espinosa, 2019), es así que el presente artículo incentiva el uso de herramientas TIC para el desarrollo y/o el mejoramiento de las habilidades creativas de los aprendices del SENA y estudiantes en general, formulando las bases metodológicas y diagnósticas para el desarrollo de un modelo para la implementación y diagnóstico de estudios e investigaciones de un "laboratorio de creatividad TIC", una propuesta que facilitará a los instructores, aprendices, directivos y empresarios disponer de un conjunto de herramientas TIC y metodologías basadas para el desarrollo creativo.

Para el desarrollo de la propuesta del modelo como objetivo principal del presente artículo, se comienza exponiendo los sustentos teóricos de los principales autores que han estudiado el concepto de "ambientes creativos de innovación", luego se sintetizan las habilidades creativas, su medición y diagnóstico. A continuación, se exponen los principales aspectos discutidos y concluidos de la investigación llevada a cabo por el autor con estudiantes del SENA acerca del desarrollo de habilidades creativas como consecuencia del uso de herramientas TIC, que, en este caso, se hace referencia al uso del modelado CAD 3D. Para finalizar, se establece la propuesta del modelo de laboratorio de creatividad TIC.

Con esta propuesta se pretende, entre otros aspectos, reducir los índices de la deserción académica, potencializar el recurso humano interno del Sena y de las empresas en competencias creativas apuntando a la competitividad, la transformación laboral y productiva del país.

Ambientes creativos de innovación:

Autores como L.S. Vigotski, R. Sternberg, M. Csikszentmihayi, D. Perkins y S. Arieti (Como se mencionan en Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitián, & Johannes Brusziés, 2012) sostienen que el ambiente estimula o reprime la creación, donde es posible crear instaurar entornos particulares que faciliten la creación como escenarios de interacción entrelazados con la mente del individuo y la

cultura organizacional.

Para el desarrollo de una interacción que permita el desarrollo de habilidades creativas en los individuos al interior de la organización, en busca de un desarrollo eficiente y sostenible de las funciones laborales y productivas para favorecer la competitividad, los ambientes creativos para la innovación se integran por las dimensiones psicosocial, pedagógico y físico que se ofrezcan en la organización (Ilustración 1), los cuales se interrelacionan e interactúan entre ellos (Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitián, & Johannes Brusziés, 2012).

De acuerdo con Mahon (1998), para el logro de la creatividad y la innovación de manera permanente e interiorizada en las organizaciones, es necesario suscitar climas creativos orientados a favorecer factores biológicos, psicológicos y sociales, con miras al desarrollo del talento, procesos y productos creativos. Para ello es necesario centrar la reflexión sobre la calidad de los ambientes que se edifican al interior de la organización para el desarrollo de la innovación. Estos ambientes son construidos por la cultura, el clima organizacional y la acción creadora.

Para Vallardes (Como se menciona en Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitián, & Johannes Brusziés, 2012), la cultura se ve reflejada en el modo de pensar, actuar y sentir de los individuos, cuando se apropian de pensamientos o actitudes que han sido establecidos directa o indirectamente en la organización. Estos factores pueden ser potenciadores o inhibidores de los procesos creativos de los individuos.

Ilustración 1 Ambientes creativos de innovación

La dimensión psicosocial, ligada al clima y la cultura organizacional es aquella que ofrece motivación, pertenencia y seguridad a los integrantes de la organización, que propicia la participación y el entusiasmo por crear en el escenario productivo, y se define como la integración entre los componentes biológicos (salud y disposición mental y física), psicológicos (emocional, afectivo) y sociales (interrelaciones, comunidad) del ser humano en su interacción permanente

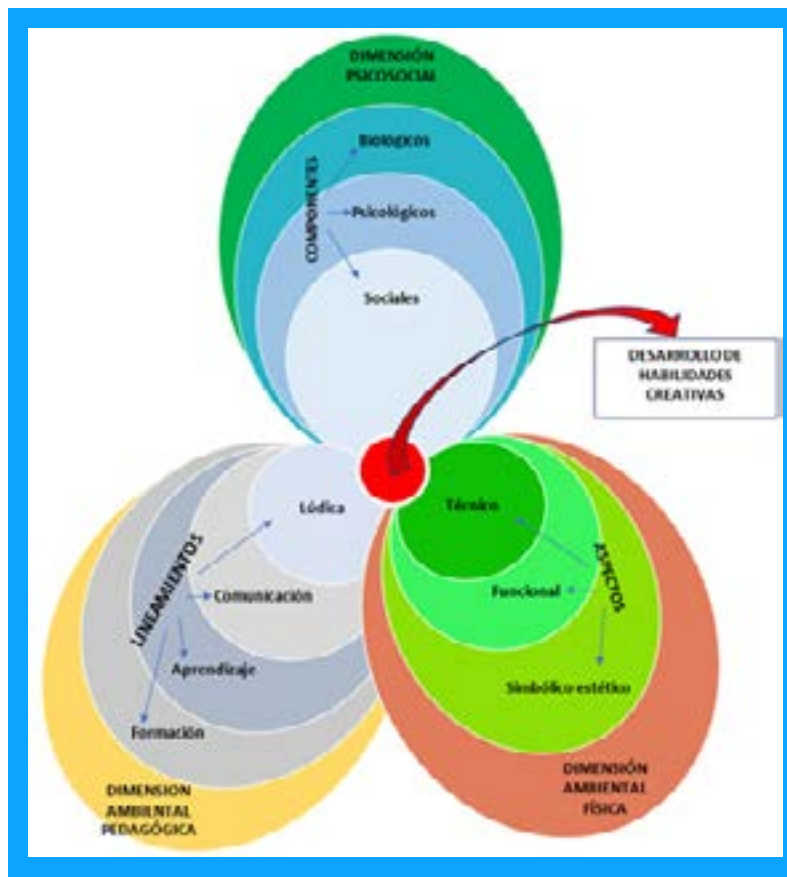
con el entorno (Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitán, & Johannes Bruszies, 2012). Los individuos serán más creativos cuando se sientan motivados por el interés, el gozo, la satisfacción y el reto que representa el trabajo (Amabile, 1998).

La dimensión ambiental pedagógica está referida a los procesos de representación y simbolización, materializada en la formación para la aplicación de los campos de desempeño de los individuos en la organización, y se constituye en la forma de aplicación pedagógica para promover la educación activa y el desarrollo del talento. Esta dimensión se encuentra enmarcada en cuatro lineamientos que son: formación, aprendizaje, comunicación y lúdica. (Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitán, & Johannes Bruszies, 2012).

La dimensión ambiental física se define como la espacialidad en la cual se interrelaciona el ser humano (Bayona & Mejía, 2003) y se engloba por tres aspectos ambientales que son:

- **Aspecto simbólico estético:** Lo simbólico referido a la representación de la cultura organizacional y lo estético referido a las instalaciones, distribución y el uso del espacio físico.
- **Aspecto funcional:** Condiciones para el desarrollo de las actividades, que permitan en el individuo la participación, trabajo en equipo y reflexión.
- **Aspecto técnico:** Condiciones medioambientales con fundamento en los sentidos y operación de las actividades.

Habilidades creativas, medición y diagnóstico:
Las habilidades creativas de los individuos se asocian a diferentes indicadores tales como: fluidez, flexibilidad, originalidad, elaboración, organización, análisis, entre muchos más que han sido estudiados por muchos



autores como Guilford, Torrance, Löwenfeld, Saturnino de la Torre, etc (Como se menciona en García Espinosa, 2019). De acuerdo a estos autores, los indicadores se pueden cuantificar, evaluar, medir, y analizar con el uso de instrumentos o pruebas muy variadas y validadas por la comunidad científica, entre las que se encuentra la prueba ECG (Evaluación de la Creatividad Gráfica) desarrollada por Saturnino de la Torre (De la Torre & Violant, 2006) que permite evaluar 11 indicadores asociados a las habilidades creativas de los individuos, que son: Resistencia al cierre (Rc), compleción figurativa (Cf), originalidad (Or), elaboración (El), conectividad lineal (Cl), conectividad temática (Ct), conectividad expansiva (Ce), fantasía (Fa), habilidad gráfica (Hg), sentido del humor (Sh), fluidez gráfica (Fg) y puntaje total (Pt), este último no es un indicador de creatividad, pero permite tener una perspectiva holística de los resultados obtenidos por el individuo y por el grupo.

Modelado CAD 3D:

La herramienta TIC de modelado CAD 3D es una herramienta de estrategia creativa que establece cómo comunicar lo que se va a decir mediante un mensaje representado por medio

del dibujo tridimensional digital, llevando a que el estudiante construya los conocimientos y desarrolle las habilidades orientadas por el docente; razón que ha justificado la necesidad de investigar la existencia relacional entre el modelado CAD 3D y las habilidades creativas desarrolladas en estudiantes de nivel tecnológico del SENA Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (Colombia), y que ha permitido concluir que el modelado CAD 3D desarrolla habilidades creativas en los individuos (Garcia Espinosa, 2019).

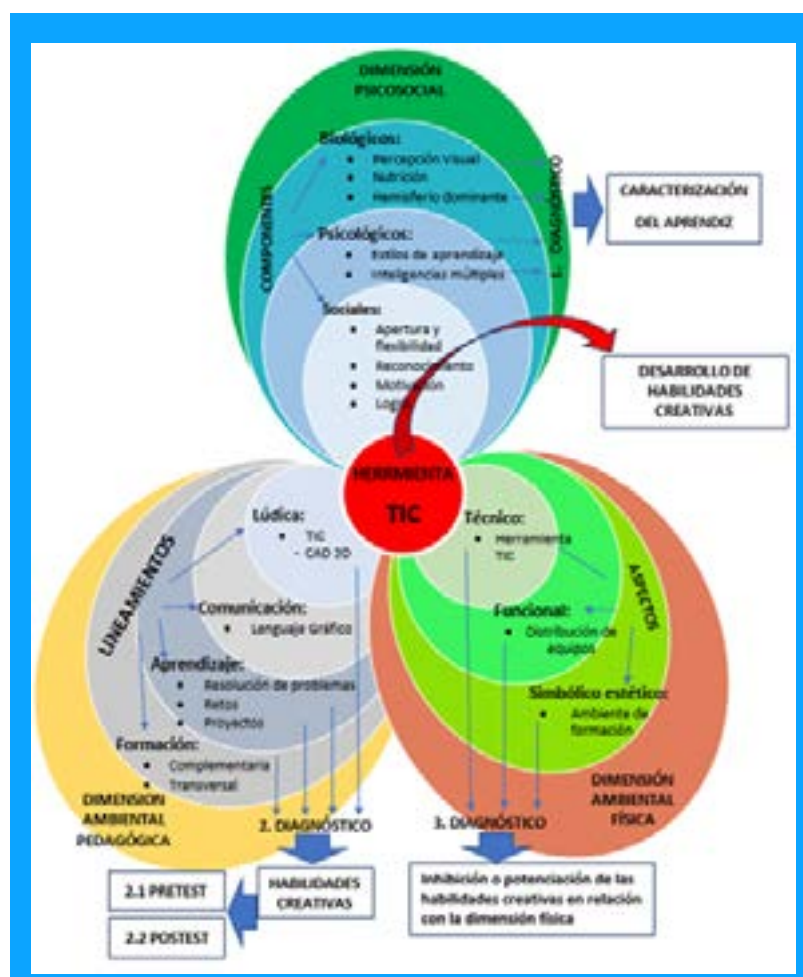
La investigación llevada a cabo por el autor con aprendices del SENA Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, concluye que los aprendices del SENA desarrollan habilidades creativas asociadas a los indicadores evaluados con el instrumento ECG (De la Torre & Violant, 2006), los cuales son: Elaboración (El), Conectividad temática (Ct), Conectividad expansiva (Ce), Fantasía (Fa), Habilidad gráfica (Hg), Sentido del Humor (Sh), Fluidez gráfica (Fg) (Garcia Espinosa, 2019).

Se identificaron diferentes factores que desarrollan la creatividad en los individuos con el uso del modelado CAD 3D, tales como el pensamiento y la abstracción visual por las pistas visuales que ofrecen los modelos 3D, expandiendo ideas creativas a partir de esas pistas, y, que de acuerdo con Villafañe & Mínguez (2014) se dan por el uso de mecanismos mentales tales como la exploración activa, completamiento, simplificación, síntesis, corrección, selección y conceptualización. La resolución de problemas se aborda inicialmente a través de las imágenes mentales especialmente de tipo visual en los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a dichas imágenes para poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo

principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje visual descrito por Acaso (2009), que puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual (Garcia Espinosa, 2019).

El modelado CAD 3D, como un medio de expresión gráfica, permite la comunicación, intervención, transformación y elaboración sobre un entorno de estudio (objeto), aportando al desarrollo del pensamiento de diseño descrito por Jimenez Narvaez (1998), quien lo define como un proceso de conceptualización, proyección o un pensamiento productivo develado por la visualización, intuición, imaginación, generación de ideas y creatividad (Garcia Espinosa, 2019).

El modelado CAD 3D, permite resolver problemas que requieren información espacial; ello lo logra a través de las imágenes mentales especialmente de tipo visual; y se evidencia cuando se pretende distribuir espacios, localizar objetos concretos en lugares precisos, etc. Por ello los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a dichas imágenes para



poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje visual descrito por Acaso (2009), que puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual (Garcia Espinosa, 2019).

Además, se abordaron discusiones y conclusiones detalladas sobre cada uno de los indicadores evaluados con el Instrumento ECG que presentaron diferencias significativas, pero, para no desviar la atención sobre el objetivo principal del presente artículo.

Modelo de Laboratorio de Creatividad TIC SENA: Partiendo de las bases teóricas que anteriormente se evidenciaron, “ambientes creativos de innovación”, al igual que las habilidades creativas, su medición y diagnóstico, además de los resultados obtenidos en la investigación del autor, se presenta en la Ilustración 2 el modelo para implementación y diagnóstico de estudios e investigaciones de un “laboratorio de creatividad TIC”, desde cada uno de los aspectos que debe contener y sus dimensiones.

Ilustración 2 Modelo de laboratorio de creatividad TIC SENA

Para comprender la dinámica para la implementación y diagnóstico de las herramientas TIC para el desarrollo del laboratorio de creatividad TIC SENA, se debe abordar su implementación desde cada una de las tres dimensiones descritas en la Ilustración 2:

- **Dimensión pedagógica ambiental:**
Con el lineamiento de lúdica, se determina la herramienta TIC que va a ser implementada y estudiada, por ejemplo, para el caso estudiado por el autor, se utilizó como intervención o variable independiente manipulada la herramienta de modelado CAD 3D, con el programa de diseño CAD Solidworks® (Garcia Espinosa, 2019). De este modo en el lineamiento de formación a implementar, que, en el SENA, la formación complementaria o la implementación del uso de la herramienta TIC como área transversal en los diferentes programas de formación, son sugeridas por el autor como las estrategias de formación más convenientes a utilizar. Ejemplo, para el caso estudiado con

los sujetos de investigación (Garcia Espinosa, 2019), el modelado CAD 3D se llevó a cabo como curso complementario.

Respecto al lineamiento de aprendizaje, se determinan las estrategias de enseñanza-aprendizaje que el docente o formador va a llevar a cabo para la enseñanza de la herramienta TIC con los aprendices. Ejemplo, para el caso estudiado con los sujetos de investigación (Garcia Espinosa, 2019), para el modelado CAD 3D, se desarrollaron los temas: modelado de piezas geométricas a partir de croquis, modelado de sólidos con el uso de operaciones extruir saliente, extruir corte, redondeo, chaflán, vaciado, saliente y corte por revolución, recubrir, barrido, simetría, ensamblaje de piezas, y modelado mediante superficies. Cada uno de los módulos o sesiones de aprendizaje, no se desarrollaron de manera seriada sino interrelacionada, con el uso de retos u objetivos concretos a los estudiantes, para que modelen piezas o sólidos que bien pueden partir de imágenes o fotos del objeto (reto), imágenes tridimensionales del objeto terminado en Solidworks®, o de objetos físicos para que los estudiantes interactúen.

En el lineamiento de comunicación, el lenguaje gráfico corresponde al tipo de lenguaje usado con las diferentes herramientas TIC que se implementen en el laboratorio. Retomando el ejemplo estudiado por el autor, el modelado CAD 3D permite resolver problemas que requieren información espacial; ello lo logra a través de las imágenes mentales especialmente de tipo visual; y se evidencia cuando se pretende distribuir espacios, localizar objetos concretos en lugares precisos, etc. En los ejercicios planteados para el modelado CAD 3D, el individuo debe recurrir a dichas imágenes para poder modelar y solucionar el problema que se plantea, partiendo principalmente de un estímulo que se presenta a través del lenguaje gráfico o visual descrito por Acaso (2009), que puede ser una información gráfica, producto visual, desarrollo plástico, texto icónico, artefacto visual o una representación visual (Garcia Espinosa, 2019).

- **Dimensión Psicosocial:**
El principal interés que promueve esta dimensión corresponde a estudios que se puedan realizar sobre la población objetivo, para obtener información que permita identificar aspectos en el estudiante,

que bien pueden ser inhibidores o potenciadores de las habilidades creativas con el uso de herramientas TIC. Para mencionar entre algunos se deben identificar estilos de aprendizaje y la inteligencia dominante del individuo de acuerdo con la teoría de inteligencias múltiples de Gardner (1983) Como se menciona en García Espinosa, (2019), el nivel de motivación, entre otros, como estudios que permitan determinar sus relaciones con el desarrollo de las habilidades creativas como consecuencia del uso de la herramienta TIC aplicada o apropiada por el estudiante. El autor, en su estudio con el uso modelado CAD 3D llevó a cabo la aplicación de pruebas tales como la guía para identificar las inteligencias múltiples de Kertész (Como se describe en Sánchez González & Andrade Esparza, 2014) y la prueba de Inventario de Estilos de aprendizaje de Felder (Como se describe en Sánchez González & Andrade Esparza, 2014), insumos importantes que permitirán identificar relación entre estos aspectos y las habilidades creativas desarrolladas por el individuo.

Ahora bien, el componente biológico permite identificar aspectos como la percepción visual y nutrición, de tal forma que se puedan realizar estudios para identificar la inferencia de cada uno para potenciar o inhibir las habilidades creativas. El autor ha realizado el test para la identificación del hemisferio cerebral dominante del individuo (Sánchez González & Andrade Esparza, 2014), como insumo para el desarrollo de estudios que permitan inferir relaciones con el desarrollo de las habilidades creativas como consecuencia del uso del modelado CAD 3D.

Es así que el componente social debe abordar indicadores como: logro, poder, afiliación, reconocimiento, motivación, identidad, apertura y flexibilidad. Estos aspectos deberán ser tenidos en cuenta en los procesos de diagnóstico y formulación de estrategias para el afianzamiento de los ambientes, el clima y la cultura (Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitián, & Johannes Bruszies, 2012).

- Dimensión ambiental física:
El diseño de los espacios de interacción-trabajo-aprendizaje del laboratorio de creatividad TIC SENA debe tener en cuenta las necesidades de los integrantes de la organización, e incorpora

sus gustos y preferencias particulares, para que sean potenciadores del ambiente creativo (Martínez Jáuregui, Pineda Serna, Naranjo Herrera, González Quitián, & Johannes Bruszies, 2012).

El aspecto técnico no sólo aborda las herramientas físicas necesarias para la implementación de la herramienta TIC, sino que debe tener en cuenta también condiciones de ingeniería y medioambientales con fundamento en la percepción sensorial (Como se describe en García Espinosa, 2019) y la operación de las actividades, iluminación (natural o artificial), ventilación (relacionado con el confort térmico), la ergonomía, entre otros. Surgen entonces estudios que permitan el análisis de las condiciones de trabajo que concierne al espacio físico, ambiente térmico, ruidos, iluminación, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo, entre otros aspectos que permitan realizar inferencias en relación con el rendimiento, la salud, y el desarrollo de las habilidades creativas de los individuos.

El aspecto funcional permitirá identificar si existe relación entre la distribución de espacios de distribución y el desarrollo de las habilidades creativas de los individuos con el uso de herramientas TIC.

El aspecto simbólico estético presenta importancia en lo simbólico por la representación de la cultura organizacional del SENA así como las significaciones y señales que propone, y, en lo físico por todas las representaciones asociadas con el conjunto arquitectónico, instalaciones y uso del espacio físico.

Como se puede observar, cada uno de los componentes, lineamientos y aspectos de las 3 dimensiones descritas en la propuesta del modelo, permitirán el desarrollo de herramientas diagnósticas, que corresponden a estudios que se deben llevar a cabo en relación con las habilidades creativas de los individuos. De hecho, lograr el desarrollo de habilidades creativas de los individuos a partir del uso de herramientas TIC debe desencadenar estudios que permitan relacionar las habilidades creativas desarrolladas por el individuo con aquellas características deseadas

en el individuo para cierto fin, entrenamiento, meta, o características deseadas, por ejemplo: desarrollar facilidades para el emprendimiento, habilidades para la generación de ideas, fluidez, divergencia, convergencia y elaboración para el desarrollo y sostenimiento de proyectos, motivación, fluidez, eficiencia y eficacia en los procesos asignados, etc.

Referencias Bibliográficas

Amabile, T. (Noviembre de 1998). Como Aniquilar la Creatividad.

(E. e. Revista, Ed.) Harvard Business Review.

Bayona, D., & Mejía, J. I. (2003). Ambiente creativo, hacia su fortalecimiento en la cámara de comercio de Manizales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

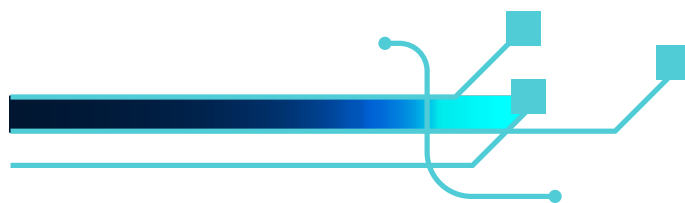
De la Torre, S., & Violant, V. (2006). COMPRENDER Y EVALUAR LA CREATIVIDAD. Cómo investigar y evaluar la creatividad. VOL. 2. Málaga: Aljibe, S.L.

García Espinosa, C. A. (2019). Desarrollo de las habilidades creativas de los aprendices del SENA como consecuencia del uso de herramientas TIC. Universidad Autónoma de Manizales UAM. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales UAM.

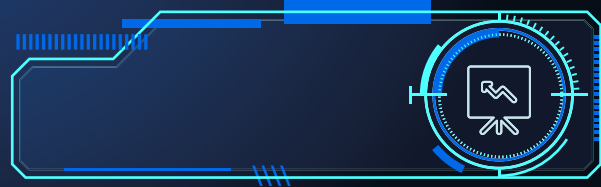
Mahon, H. (1998). Las personas: la clave para el éxito de su empresa. Buenos Aires: Vergara.

Martínez Jáuregui, E., Pineda Serna, L., Naranjo Herrera, C. G., González Quitián, C. A., & Johannes Brusies, C. (2012). Creatividad & Innovación 3. Conocimiento. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

Sánchez González, L., & Andrade Esparza, R. (2014). Inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje: diagnóstico y estrategias para su potenciación. Alfaomega.



CDITI
TE|INNOVA



SELECCIÓN DE PMIC'S PARA APLICACIONES DE BAJA POTENCIA

PMIC'S SELECTION FOR LOW POWER APPLICATIONS

Resumen

Lograr una buena administración de la energía almacenada en baterías es uno de los objetivos clave de diseño en aplicaciones de baja potencia para electrónica de consumo, aplicaciones médicas, Internet de las cosas y telemetría. Por lo tanto, es importante medir el consumo de energía del dispositivo en condiciones cambiantes a través de los PMIC's, quienes establecen la calidad y duración de las baterías. Para tal fin, existen varios parámetros a considerar cuando se emplean los PMIC's.

En este artículo se muestra una revisión de los principales tipos/modelos de baterías recargables, los conceptos básicos de los sistemas administración de energía y manejo de baterías, algunos aspectos comerciales y fabricantes/proveedores disponibles en el contexto colombiano, mas específicamente en la ciudad de Pereira – Risaralda.

Palabras clave: BMS (*Battery Management Systems* - Sistemas de Gestión de Baterías), monitoreo de baterías, PMIC (*Power Management Integrated Circuits* - Circuitos Integrados para Gestión de Baterías), telemetría.

Abstrac

Achieving good management of energy stored in batteries is one of the key design objectives in low power applications for consumer electronics, medical applications, Internet of things and telemetry. Therefore, it is important to measure the energy consumption of the device in changing conditions through the PMIC's, who establish the quality and duration of the batteries. To this end,

M. Sc. Marcela González Valencia, Gestor Línea de Electrónica y Telecomunicaciones, Tecnoparque nodo Pereira, Centro Atención Sector Agropecuario, SENA Risaralda, Colombia
margonzalez@sena.edu.co

M. Sc. Julio Cesar Arias Flórez, Instructor de Electrónica - Ambiente de Automatización y Manufactura, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Risaralda, Colombia.
jcariasf@sena.edu.co

Tecnólogo en Mantenimiento Electrónico e Instrumental Industrial Jorge Iván Sepúlveda Henao, Estudiante Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
jorge.sepulveda@utp.edu.co

there are several parameters to consider when using PMIC's.

This article shows a review of the main types / models of rechargeable batteries, the basics of energy management and battery management systems, some commercial aspects and manufacturers / suppliers available in the Colombian context, more specifically in the city of Pereira - Risaralda.

Keywords: BMS (Battery Management Systems), battery monitoring, PMIC (Power Management Integrated Circuits - Integrated Circuits for Battery Management), telemetry.

1. Introducción

Una razón para el creciente uso de equipos no conectados a la red, ha sido la disponibilidad de baterías y circuitos integrados de administración de baterías que brindan el soporte requerido para sistemas electrónicos cada vez más complejos.

Para monitorear las baterías, ya sean primarias (no recargables) o secundarias (recargables), se usan Circuitos Integrados (IC por sus siglas en inglés, *Integrated Circuits*) de aplicación específica; los IC disponibles actualmente para tal fin, bloquean su uso con un

número limitado de opciones de personalización, aunque existen otros más amigables que pueden adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones o tipos de baterías (Ng, Schwartz, Reay, & Markell, 1996).

Es importante mencionar que dichos dispositivos no se encuentran fácilmente disponibles, no se consiguen en las tiendas locales de la ciudad de Pereira y tampoco existen proveedores en Colombia, por no mencionar que en el país no existen fabricantes de circuitos integrados. En una etapa futura del presente trabajo, producto de la articulación entre Empresa, Centro de Formación SENA y Tecnoparque; se esperan conseguir todos los elementos necesarios para realizar pruebas experimentales. Por el momento, se presenta este trabajo de revisión que sirve para sentar una base teórica.

Métodos o Diseño Metodológico

Por medio de la investigación *descriptiva* se exponen las principales clasificaciones de tipos y modelos de baterías, los parámetros más relevantes de los BMS, los PMIC y algunas consideraciones comerciales importantes. Es necesario mencionar la relevancia comercial de estos circuitos integrados tan específicos, ya que se debe considerar no solo su existencia y prestaciones técnicas, sino también la forma de adquirirlos e implementarlos en Colombia, específicamente en la ciudad de Pereira.

El principal objetivo de esta investigación es proponer criterios técnicos y comerciales de selección de PMIC's en Colombia.

Como resultado se pueden establecer estas características técnicas y comerciales, como los criterios de selección de circuitos integrados para monitorear baterías en aplicaciones de baja potencia.

Análisis de resultados.

En la investigación desarrollada, se descubrieron y en algunos casos se confirmaron, los principales conceptos de funcionamiento de los PMIC. También, se logró establecer un punto de inicio para seleccionar IC y la viabilidad de su consecución y posterior uso.

3.1 QUÍMICAS DE BATERÍAS

Para la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (EPA por sus siglas en inglés, *Environmental Protection Agency*), las baterías se definen como: "un elemento que contiene una o más celdas electroquímicas que están diseñadas para recibir, guardar, y entregar energía" (EPA, 2016).

3.1.1 Tipos de Baterías

Las baterías primarias tienen un único uso, ya que sus elementos químicos no se recuperan una vez se entregan la energía eléctrica que contienen (no recargables). Las principales químicas internas de este tipo de batería son: secas o de carbón-zinc, alcalinas, botón óxido de mercurio (HgO) y litio (Vivanco Font, 2012).

Las baterías secundarias o recargables, aquellas baterías que se pueden cargar y descargar varias veces gracias a que sus componentes invierten su reacción química, han ganado importancia debido a su importante potencial de uso, su aceptable costo de recarga y su bajo impacto ambiental en comparación con las baterías no recargables. Las baterías recargables más populares son: níquel cadmio (NiCd), hidruro de níquel-metal (NiMH), ion de litio (Li-ion) y polímero de litio (Li-pol) (Kanapady, 2017).

Las baterías de iones de litio tienen el mayor potencial electroquímico y la mayor densidad de energía por peso en comparación con otras baterías recargables. La batería de Li-ion es segura, siempre que se tenga precaución al cargar y descargar; su densidad de energía es aproximadamente el doble que la de una batería NiCd estándar. Además de alta capacidad, las características de carga son razonablemente buenas y se comportan de manera similar al NiCd en términos de descarga. Su voltaje de celda es relativamente alto (2.7 V a 4.2 V) y permite paquetes de baterías de una celda. En este tipo de baterías se recomienda evitar: cortocircuitos, sobrecargas, aplastamientos, caídas, desprendimientos, usar polaridad inversa, exponer a altas temperaturas o desarmarlas. Adicionalmente, es importante recordar que la batería de Li-ion debe usarse con su respectivo circuito de protección (Davis, 2018), (Sangwan, 2017).

3.1.2 Modelos de baterías

El desarrollo de modelos precisos y en tiempo real para baterías recargables sirve principalmente para buena gestión de la energía y un funcionamiento seguro de las mismas.

El comportamiento y operación de estas baterías se ha modelado de diversas formas, por ejemplo, usando modelos empíricos, electroquímicos, térmicos, entre otros. Entre esas aproximaciones sobresale el modelo basado en circuitos equivalentes para las baterías de Ion de Litio, debido a su balance aceptable entre complejidad y precisión (Trejos & Gonzalez , 2017), (Suresh, 2016).

controladores de carga. Estos monitorean activamente el suministro de energía de una batería y son capaces de generar alertas de seguridad (en condiciones de falla o sobrecarga) y protección contra la reducción de la esperanza de vida de la batería a causa de la sobredescarga. Las baterías también tienen tensiones de carga y requisitos de corriente sofisticados, relativos a la química de la batería que estos dispositivos pueden controlar. Los niveles de la batería pueden caer por debajo de un nivel crítico en el que los circuitos dependientes fallarán. Los BMS pueden incluir entradas de detección de temperatura y la capacidad de detección de corriente (Young, 2013), (Ho, 2014).

3.2.1 Características BMS y PMIC

Estado de Carga (State of Charge -SoC)

Se define como la relación entre la capacidad actual de la batería Q_a y la capacidad nominal Q_n .

Estado de Salud (State of Health - SoH)

Se define como la relación de la capacidad máxima instantánea entregable por la batería en un momento $t - Q_{\max(t)}$ - y su capacidad cuando la batería estaba nueva Q_{nuevo} .



En la figura 1 se muestran los principales modelos de baterías que existen en la actualidad.

3.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Los dispositivos PMIC son IC de administración de potencia. Esta categoría incluye: reguladores de tensión, BMS y supervisores, controladores LED, controladores/indicadores de motor y controladores de sustitución en caliente. La mayoría de las soluciones tienen un IC principal, como el nombre lo sugiere, pero también requieren componentes adicionales para el completar el diseño (Schulz, 2017), (ARROW).

Los dispositivos BMS también se denominan

Equilibrio de celdas

Los circuitos de equilibrio de celdas igualan los niveles variables de voltaje de cada celda para restaurar la capacidad de la batería diseñada inicialmente.

Temperatura

Se usa no solo para evitar incendios y garantizar un sistema de almacenamiento confiable, sino también para determinar si es deseable cargar o descargar una batería en tiempos específicos.

Voltaje máximo de carga (Max Charging Voltage)

El voltaje máximo de carga se decide

por la química de la batería.

Carga completa (Fully Charged)

La batería se considera completamente cargada cuando la diferencia entre el voltaje de la batería y el de carga es menor de 100 mV y la corriente de carga es inferior a la mínima corriente de carga (curva característica) de la batería.

Voltaje mínimo de descarga (Mini Discharging Voltage)

Este voltaje también puede definirse como voltaje final y lo general equivale al voltaje cuando SoC es igual a 0.

Descarga completa (Fully Discharge)

Se considera que una batería está completamente descargada cuando el voltaje de la batería es igual o inferior al voltaje mínimo de descarga.

Cuenta de ciclos (Cycle Count)

Indica cuantos ciclos de carga / descarga ha experimentado una batería al envejecer. Por lo general, la capacidad de carga plena se reduce entre 10% y 20% después de 500 ciclos.

Auto-descarga (Self Discharge)

La auto-descarga de todas las baterías, indistintamente de su química, aumenta con temperaturas altas, la tasa de auto-descarga generalmente se duplica cada 10 ° C. Las malas prácticas de fabricación y el manejo inadecuado pueden aumentar este efecto.

Indicador de Combustible (Fuel Gauge)

Es responsable de estimar la capacidad de la batería en el sistema de gestión de batería. La función básica del indicador de combustible es monitorear: voltaje, corriente de carga/descarga, temperatura, y estimar: SOC y capacidad de carga total de la batería.

Contador de Coulomb (Coulomb Counter)
Para su funcionamiento es necesario

conectar una resistencia shunt en el camino de carga/descarga de la batería, medir el voltaje en dicha resistencia y luego transferir el valor actual de la batería, estando bajo carga o descarga. Un reloj en tiempo real (RTC por sus siglas en inglés, *Real Time Counter*) proporciona la base de tiempo necesaria para calcular la cantidad de coulombs.

3.3 Criterios recomendados de selección

Algunos consejos de selección

Incluso con IC especializados y específicos, el alcance y la profundidad de los PMIC disponibles pueden intimidar, pero no es necesario preocuparse. En primer lugar, se deben descartar aquellos en los que las especificaciones básicas no coinciden con los requisitos de nivel superior de la aplicación (entrada de tensión, salida de tensión, corriente, entre otros) (Schweber, 2017).

En la figura 2, se muestran los criterios de selección más útiles para elegir IC de monitoreo de baterías más apropiado para aplicaciones de baja potencia. También se muestran los principales fabricantes y distribuidores a nivel mundial.

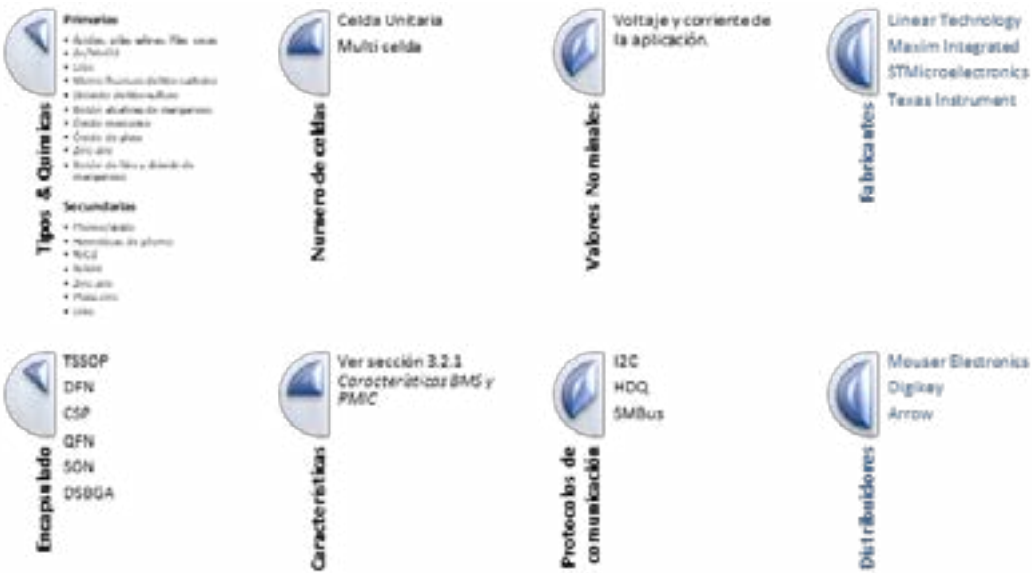


Figura 2. Criterios de selección.

Discusión y conclusiones

De forma habitual se utilizan los términos de pila y batería sin distinción, refiriéndose a dispositivos de almacenamiento de energía, pero en realidad son dispositivos que guardan algunas diferencias

entre ellos. La batería pierde su carga eléctrica con el tiempo, mientras que la pila no. Es decir, una pila, se utilice o no, conservará su carga eléctrica, lo que no sucede con una batería. Dicha pérdida en el caso de las baterías es reversible lo cual no pasa en el caso de las pilas.

Cuando se selecciona un PMIC, se recomienda dar prioridad a los parámetros obligatorios del circuito, omitir los no necesarios y considerar los medios de consecución del mismo; de esta forma, se puede elegir más cómodamente un IC de aplicación específica que pueda facilitar las tareas del diseñador.

Es importante considerar el tipo de encapsulado y el protocolo de comunicación del PMIC para evitar obstáculos, tanto en la etapa de desarrollo de software como en la etapa de implementación; puesto que la fabricación de la tarjeta impresa (PCB por sus siglas en inglés, *printed circuit board*) requiere equipos de alta precisión en ciertos tipos de encapsulados.

Se debe recordar que los PMIC's no están disponibles en el país y que, dados los costos de consecución, la forma más factible es a través de muestras gratuitas de proveedores internacionales. Restringiendo así, los parámetros deseados a los parámetros permitidos por los proveedores. Sin mencionar artículos adicionales necesarios para su programación.

Referencias Bibliográficas

ARROW. (s.f.). *Soluciones en arquitectura avanzada de computación para telecomunicaciones (PMIC)*. Recuperado el 29 de junio de 2018, de www.arrow.com: <https://www.arrow.com/es-mx/categories/power-management/application-specific/pmic-solutions>

Davis, S. (2018). Chapter 9: Battery-Power Management ICs. En *Power Management* (págs. 1-26). Power Electronics Systems, Power Management Series.

EPA. (23 de mayo de 2016). Wastes. Hazardous Waste. Universal Wastes. Batteries. EPA. Estados Unidos de Norteamérica. Obtenido de <https://www.epa.gov/hw/universal-waste>

Ho, V. (2014). *Li-ion Battery and Gauge Introduction - Application Note*. Richtek Technology Corporation. Obtenido de <https://www.richtek.com/m/~/media/AN%20PDF/>

AN024_EN.pdf

Kanapady, R. K. (2017). Battery life estimation model and analysis for electronic buses with auxiliary energy storage systems. In *Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, 945-950.

Ng, A., Schwartz, P., Reay, R., & Markell, R. (1996). *Using the LTC1325 Battery Management IC - Application Note 64*. Milpitas, CA: Linear Technology Corporation. Recuperado el Junio de 2018, de <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/an64f.pdf>

Sangwan, V. S. (2017). Optimal parameter estimation of battery model for pivotal automotive Battery Management System. *Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, 1-6.

Schulz, Q. (2017). Power Management Integrated Circuits: Keep the Power in Your Hands. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=GSDWgm0YiaU>

Schweber, B. (2017). *Use Application-Specific Battery PMICs to Get Designs Finished Quickly*. Obtenido de <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2017/oct/use-application-specific-battery-pmics>

Suresh, R. T. (2016). Modeling of rechargeable batteries. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 63-74. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211339816300478>

Trejos, L. A., & Gonzalez, M. (2017). Conceptos técnicos para comprender los Sistemas de Gestión de Baterías BMS. *Vía Innova 4*, 37-46. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/article/view/1179/1424>

Vivanco Font, E. (2012). *Asesoría Técnica Parlamentaria - Baterías y Pilas impacto en el medio ambiente*. Santiago de Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Young, K. W. (2013). Electric vehicle battery technologies. *Electric vehicle integration into modern power networks*, 15-56. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-0134-6_2

NÉCTAR DE CARAMBOLO (*Averrhoa carambola*) Y LIMONARIA (*Cymbopogon citratus*) COMO ALTERNATIVA DE TRASFORMACIÓN DE RECURSOS AGRÍCOLAS EN LA REGIÓN

Ing. Yaceris Castro Escorcía, SENA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, Colombia, ymcastro@misena.edu.co
 Ing. Teresa De Jesús Altamar Pérez, SENA, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, Colombia, teresa.altamar@misena.edu.co
 Ing. Lisbeth Olmos Blanquicett, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, Colombia, olibethl@misena.edu.co
 Microbiólogo. Luis Teherán Sierra, Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, ltuig@misena.edu.co

NUMBER OF CARAMBOLO *Averrhoa carambola* AND LIMONARIA *Cymbopogon citratus* AS AN ALTERNATIVE OF AGRICULTURAL RESOURCES TRANSFORMATION IN THE REGION

Resumen:

Las plantas aromáticas como la limonaria son utilizadas mayoritariamente en la preparación de infusiones a nivel casero. El consumo y el uso tradicional de aromáticas se realizan principalmente en estado fresco y con fines terapéuticos respectivamente, así mismo el uso del fruto de Carambolo tradicionalmente es en fresco o en decoraciones de eventos. Colombia cuenta con una diversidad de recursos vegetales incluyendo frutas y plantas aromáticas que son una fuente potencial para la innovación en el desarrollo de productos alimenticios, además son una fuente potencial de una gran variedad de micronutrientes y compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos antioxidantes.

El propósito de este proyecto fue la obtención de un néctar de carambolo y limonaria como estrategia del aprovechamiento de recursos vegetales disponibles en la región como Carambolo y Limonaria. Para el desarrollo de esta bebida se realizó un diseño experimental, el utilizado fue el factorial 3^3 , con nueve (9) tratamientos tomados de forma aleatoria, donde se establecieron factores como: Sólidos solubles, Temperatura de pasteurización y pH, para obtener como variable de respuesta el grado de aceptabilidad del producto en cumplimiento de parámetros técnicos y sensoriales. La metodología aplicada consistió en realizar una formulación utilizando la pulpa extraída de carambolos seleccionados de con un grado madurez entre 8 y 11°Brix. La

limonaria previamente deshidratada la cual fue sometida a una infusión de 90°C por 5 minutos, posteriormente se mezcló con el agua según la formulación, la pulpa y el resto de los ingredientes ácido ascórbico y azúcar; inmediatamente se pasteurizó a 80°C por 5 min. Luego se empaca herméticamente y se almacena. Una vez obtenido el producto se realiza la estandarización del néctar donde se establecen los mecanismos de control del proceso productivo de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 5468 Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas. Los resultados obtenidos determinaron que el tratamiento con mejor comportamiento fue el No. 5, el cual mostro un porcentaje de aceptación de 87%. Sus parámetros de calidad fueron de sólidos solubles 13°Brix, 4,2 pH, acidez 0.35% conservando sus propiedades de calidad. En lo relacionado con el análisis bromatológico la proteína 0,25%, grasa 0%, fibra 0%, humedad 85%. Los análisis microbiológicos se evaluaron Mesófilos, Mohos y levaduras, Coliformes, bacterias ácido lácticas, esporas *Clostridium sulfito* reductoras de acuerdo con lo establecido en la norma y los resultados obtenidos indicaron que el producto no representa riesgo para el consumidor. Los análisis sensoriales demostraron el grado de aceptación del producto en un 81% de acuerdo a lo expresado por los 30 panelista con edades entre 18 – 30 años.

Palabras claves: Néctar, Limonaria, Carambolo, plantas aromáticas, análisis bromatológico.

Abstract:

Aromatic plants such as lemongrass are mostly used in the preparation of infusions at home. The consumption and the traditional use of aromatics are carried out mainly in the fresh state and for therapeutic purposes respectively, likewise the use of the fruit of Carabolo is traditionally in fresh or in event decorations. Colombia has a diversity of plant resources including fruits and aromatic plants that are a potential source for innovation in the development of food products, and are also a potential source of a wide variety of micronutrients and bioactive compounds such as antioxidant phenolic compounds.

The purpose of this project was to obtain a nectar of caratola and limonaria as a strategy for the use of available plant resources in the region such as Carabolo and Limonaria. For the development of this beverage an experimental design was carried out, the factorial was used 33, with nine (9) treatments taken randomly, where factors such as: soluble solids, pasteurization temperature and pH were established, to obtain as variable of response the degree of acceptability of the product in compliance with technical and sensory parameters. The methodology applied consisted of making a formulation using the pulp extracted from selected characters with a maturity degree between 8 and 11°Brix. The lemon tree previously dehydrated which was subjected to an infusion of 90 ° C for 5 minutes, subsequently mixed with the water according to the formulation, the pulp and the rest of the ingredients ascorbic acid and sugar; immediately pasteurized at 80 ° C for 5 min. Then it is packed tightly and stored. Once the product is obtained, the standardization of the nectar is carried out where the control mechanisms of the production process are established in accordance with the provisions of NTC 5468 Juices (juices), nectars, purees (pulp) and fruit concentrates. The results obtained determined that the treatment with the best behavior was No. 5, which showed an acceptance percentage of 87%. Its quality parameters were 13 ° Brix soluble solids, 4.2 pH, acidity 0.35% while retaining its quality properties. Regarding the bromatological analysis, the 0.25% protein, 0% fat, 0% fiber, 85% moisture. Microbiological analyzes were evaluated Mesophiles, Molds and yeasts, Coliforms, lactic acid bacteria,

Clostridium sulfite reducing spores in accordance with the provisions of the standard and the results obtained indicated that the product does not pose a risk to the consumer. The sensory analyzes showed the degree of acceptance of the product in 81% according to what was expressed by the 30 panelist with ages between 18 - 30 years.

Keywords: Nectar, Limonaria, Carabolo, aromatic plants, bromatological analysis.

1. Introducción

Desde hace unos años se ha incrementado el interés por parte de la comunidad científica y de los organismos de vigilancia y control de la salud pública sobre los patrones de consumo de las bebidas. La prevalencia del consumo de estos productos ha aumentado constantemente a lo largo de los años y en prácticamente todos los países del mundo. Del mismo modo, se ha incrementado la diversidad de bebidas refrescantes disponibles en el mercado. La mayoría de las bebidas refrescantes como gaseosas, bebidas energizantes, bebidas deportivas y refrescos con adición de fruta o saborizados a fruta, en general, no contienen otro nutriente de forma significativa.

Colombia cuenta con una diversidad de recursos vegetales incluyendo frutas y plantas aromáticas que son una fuente potencial para la innovación en el desarrollo de este tipo de productos y además son una fuente potencial de una gran variedad de micronutrientes y compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos antioxidantes, Contreras Calderón (2011). Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, de 100 a 243 especies medicinales y aromáticas son vendidas en las plazas de mercado de la ciudad de Bogotá; de ellas, entre un 50% y 60% corresponde a especies nativas (no se tiene conocimiento sobre si son silvestres o cultivadas), mientras que entre el 20% y el 40% son naturalizadas, Diaz, J.A. (2003). En el departamento del Atlántico las especies de plantas aromáticas se cultiva de formas atomizada y no existen cultivos formalmente establecidos de acuerdo con la información suministrada por la Secretaria de Desarrollo Departamental, UMATAS, sin embargo, sostienen que la producción

a nivel rural se da principalmente para a su abastecimiento propio y su uso principal es medicinal y alimentario.

Desde el punto de vista del desarrollo de nuevos productos en la industria de alimentos las frutas y las plantas aromáticas, típicamente cultivadas en Colombia, tienen como ventaja que su consumo se encuentra arraigado dentro de las culturas dietarias de las diferentes regiones del país, lo cual facilitaría su introducción en la forma de productos procesados.

Las plantas aromáticas de limonaria son utilizadas mayoritariamente en la preparación de infusiones a nivel casero. El consumo y el uso tradicional de aromáticas se realizan principalmente en estado fresco y con fines terapéuticos respectivamente. El mecanismo de comercialización se realiza frecuentemente en los mercados locales (como sucede específicamente en la ciudad de Barranquilla), sin embargo este tipo de comercio es muy informal, generando que los productos no cumplan altos estándares de calidad, sobre todo, de tipo sanitario. Cabe anotar que, aunque el cultivo de las plantas aromáticas no es muy organizado, existen algunos productores que si lo son. Según el Ministerio de Agricultura, Colombia exporta anualmente cerca de 1.200 toneladas de plantas aromáticas por un valor de US\$2,6 millones, siendo Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea los principales destinos. En ese orden de ideas, las variedades que más se venden al extranjero son albahaca, hierbabuena, tomillo y romero.

Actualmente a nivel mundial existe una enorme demanda de productos obtenidos de estas plantas y frutas tanto para su uso doméstico como para el comercio a nivel local, regional, nacional e internacional, a pesar de esto la producción sigue siendo baja y aun depende de la recolección a nivel silvestre. Sin embargo, esto puede cambiar en la medida que se le otorgue mayor valor agregado al producto teniendo en cuenta las tendencias del mercado y las exigencias de los clientes en cuanto a la obtención de productos más naturales e inocuos.

En cuanto a la revisión bibliográfica sobre el tema, se encontró a nivel de los antecedentes, que se han realizado varias investigaciones acerca del uso potencial de plantas aromáticas

y frutales, que son importantes y se tendrán en cuenta para el presente artículo.

En primer lugar, a nivel internacional, Valarezo & García (2012), realizaron una investigación titulada: *"Adaptación tecnológica para la obtención de una bebida refrescante elaborada a partir de plantas aromáticas Loja - Ecuador"*, la cual se basó en hacer una adaptación tecnológica para la obtención de una bebida a base de cinco especies vegetales: Esencia de rosas, Malva Olorosa, Cola de Caballo, Hierba Luisa y Menta. Se llevó a cabo formulando cuatro bebidas infusión, extractos, infusión gasificada y extractos gasificados. Las cuatro formulaciones antes mencionadas fueron evaluadas después de ser sometidas a un proceso de pasteurización en los días 0, 15, 30, 45 y 60, a diferentes temperaturas de almacenamiento $5.0 \pm 2^\circ\text{C}$, $30 \pm 2^\circ\text{C}$, $40 \pm 2^\circ\text{C}$ así como a temperatura ambiente, las características físico-químicas analizadas fueron acidez titulable (%), sólidos solubles ($^\circ\text{Brix}$), pH y características organolépticas como aroma, sabor y color; además, en los días 0 y 60, se realizó un recuento de microorganismo aerobios mesófilos (AM), coliformes totales (CT), mohos (M) y levaduras (L).

En segundo lugar, Tzun (2014), en su trabajo investigativo titulado: *"Formulación, elaboración y carbonatación de una bebida natural tipo infusión a partir de hierba María Luisa (Lippia triphylla)"*. Se llevó a cabo la investigación en el Centro Universitario del Suroccidente de la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez, en los meses comprendidos entre septiembre de 2013 a agosto de 2014, en donde la hierba María Luisa fue sometida a un proceso de deshidratado para obtener un material vegetal con un contenido de 8,0% de humedad. Para ello se elaboraron cuatro formulaciones de infusión concentrada, las cuales contenían agua y una cantidad en porcentaje en peso de tejido vegetal de 0,5%, 1,6%, 3,0%, 5,0%, del cual se obtuvo un producto lixiviado, y 31% de azúcar respectivamente. Se realizó la carbonatación de la bebida en donde se mezcló la infusión concentrada con agua carbonatada en el equipo Post Mix, para cada una de las formulaciones. El análisis sensorial arrojó que la formulación más aceptada fue la constituida

por un porcentaje de azúcar p/p (sacarosa) 8,0%, porcentaje p/p de lixiviado 1,29%, porcentaje p/p de agua purificada 90,71%, volumen de gas carbónico (CO₂) 2,5, factor de dilución (mezcla de agua carbonatada con el lixiviado) 3,875 : 1. Los parámetros fisicoquímicos de la formulación seleccionada arrojaron para grados brix de bebida carbonatada 8,0; pH 3,5; acidez titulable 0,0225 m-eq/cc; volumen de gas carbónico 2,5, y factor de dilución 3,875 : 1.

A nivel nacional, se tiene la investigación realizada por Restrepo, Gomez, & Ossa (2012), la cual se tituló: "*Conocimiento y consumo de bebidas aromáticas en jóvenes en la ciudad de Medellín, Colombia*". Se tuvo como objetivo realizar una investigación en la Institución Educativa INEM: "José Félix de Restrepo", ubicada en la ciudad de Medellín, Colombia sobre el conocimiento y consumo de plantas aromáticas. Utilizando análisis multivariado de la varianza (MANOVA) con contraste canónico de tipo ortogonal donde el tamaño de la muestra fue de 396 estudiantes, con base en un nivel de confiabilidad del 95% y un error máximo permisible del 4.9%, eligiéndose aleatoriamente a los estudiantes de acuerdo con los factores de ponderación: sexo y nivel de escolaridad. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$) en el conocimiento de las plantas aromáticas de acuerdo con el nivel de escolaridad, al igual que en el uso que se le da a las mismas. De igual manera, se encontró diferencia en la frecuencia de consumo de acuerdo con el estrato. La principal conclusión radica que en general existe conocimiento por parte de los estudiantes de las plantas aromáticas, pero el consumo de las mismas no es cotidiano, lo más común es que lo hagan en forma esporádica.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la necesidad de transformar materias primas de la región como Carambolo y Limonaria, en productos alimenticios como néctar. Siendo esta materia de investigación y desarrollo en la industria de alimentos, en particular para la obtención de nuevos productos alimenticios con características funcionales y utilizando recursos de la región.

Llevando a esta investigación a alcanzar el siguiente interrogante: ¿De qué manera se

elabora un néctar de carambolo (*averrhoa carambola*) y limonaria (*cymbopogon citratus*) como alternativa de transformación de recursos agrícolas en la región?

Teniendo en cuenta, lo anterior se planten como objetivo general: Elaborar un néctar de carambolo (*averrhoa carambola*) y limonaria (*cymbopogon citratus*) como alternativa de transformación de recursos agrícolas en la región.

Métodos o Diseño Metodológico

Esta investigación es de tipo descriptivo, para tal fin se utilizaron elementos cuantitativos y cualitativos en su desarrollo. El método empleado fue el trabajo de campo e investigación documental. A continuación, se observa el procedimiento a través de las fases que se siguieron en el desarrollo de esta investigación:

Fase 1. Caracterización de las materias primas
En esta primera etapa se definen las características del carambolo y la limonaria que se requieren para la obtención del néctar con base en los parámetros establecido en la norma NTC 5468: Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas, con base en la información obtenida de fuentes primarias y secundarias. Además, se realizaron pruebas pilotos a fin de estandarizar las variables a controlar como son acidez y sólidos solubles en carambolo y temperatura de deshidratación y humedad final en la limonaria.

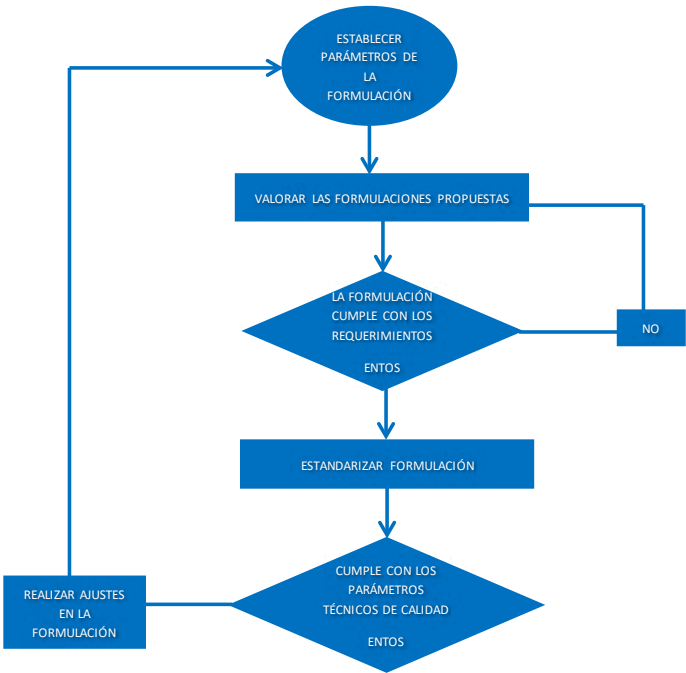
Fase 2: Diseño de las formulaciones a utilizar por en la elaboración del néctar

Con el objetivo de elaborar néctar a partir de carambolo y limonaria, se realizaron varias formulaciones, las cuales se les varió las proporciones de los ingredientes de acuerdo con los parámetros fijados por las normas técnicas, en este caso, la norma de referencia fue NTC 5468: Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas. Para la realización y evaluación de pruebas se apoyaron en los siguientes pasos:

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para obtención de los productos alimenticios.

Fuente. Elaboración propia

Se estudiaron tres factores, los cuales



se determinaron de acuerdo a los diferentes productos como se puede observar en la tabla N° 1.

Productos	Variables de control
Néctar de carambolo y Limonaria	Sólidos solubles (SS) pH (pH) Temperatura de pasteurización

Tabla 1. Variables de control de procesos
Fuente. Elaboración propia

Los factores de estudio que se tienen en cuenta son: para los sólidos solubles son 12, 13 y 15°Brix, el pH de 3.0, 3.5 y 4.5 y la temperatura de pasteurización 70, 75 y 80°C.

Para la elaboración del producto se tuvo en cuenta la limonaria, realizando la formulación con base en el método de ensayo y error. El proceso aplicado consistió en primer lugar, realizar una formulación partiendo de la selección de carambolos con grado de madurez óptimo entre 8 – 11°Brix, en segundo lugar, se realizaron operaciones de acondicionamiento del carambolo, en tercer lugar, se efectuó el escalado a 80°C por 3 minutos, en cuarto lugar, se espera al choque térmico hasta alcanzar la temperatura de 30°C, y por último se despulpa.

Posteriormente con la limonaria previamente deshidratada, se realizó a una infusión a 90°C por 5 minutos. Una vez obtenida la pulpa y la infusión se le adiciona el agua según la formulación y el resto de los ingredientes

como ácido ascórbico y azúcar, luego se pasteurizo a 85°C por 2 min. Y se procedió a empacarla herméticamente con llenado en caliente para garantizar un mayor periodo de vida útil y por último, se almacena.

Fase 3: Estandarización del néctar de carambolo y limonaria

Para estandarizar el proceso se toman las formulaciones establecidas en la fase anterior, esto se hizo mediante pruebas previas para reconocer los factores a variar, luego se realizó un diseño experimental teniendo en cuenta las variables que afectan al proceso como son: sólidos solubles, (°Brix), pH y temperatura de pasteurización. Además, los mecanismos de control y de las operaciones previamente establecidas.

Fase 4. Realización de pruebas de calidad del néctar de carambolo y limonaria estandarizado

Para la determinación de los análisis cuantitativos y cualitativos se efectuaron análisis físicos químicos, sensoriales y microbiológicos del néctar de carambolo y limonaria, de acuerdo a los parámetros establecidos en la normatividad de alimentos, teniendo en cuenta aspectos contemplados en la norma: NTC 5468. Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas.

Análisis de resultados.

Caracterización de las materias primas
Con base en la revisión bibliográfica y pruebas pilotos realizadas, se pudo establecer las características de las materias primas requeridas para la elaboración del néctar las cuales son:
Solidos solubles de carambolo: deben ser entre 8 y 10°Brix, una acidez entre 3 y 3,9% con referencia al ácido láctico. En cuanto a la limonaria el proceso de deshidratado debe ser a temperaturas entre 50 y 55°C para evitar la pérdida de nutrientes y componentes activos volátiles.

Determinación del proceso

Luego de la revisión de la información sobre las tecnologías disponibles, se definio el proceso

productivo para la elaboración del néctar de carambolo y limonaria, donde se establecieron las operaciones unitarias necesarias para obtener un producto que cumpliera con los estándares de calidad: este proceso consiste en hacer operaciones preliminares de recibo y acondicionamiento de las materias primas, escaldo de la fruta y despulpado. En el caso de la limonaria se deshidrata a una temperatura de 50°C, hasta alcanzar una humedad de 11% a fin de garantizar su vida útil y la conservación de sus propiedades nutricionales y de los componentes activos (antioxidantes). Finalmente, se realiza un mezclado de los ingredientes de acuerdo a la formulación, se pasteuriza a 80°C, se empaqueta en caliente a 50°C y luego se almacena a temperatura ambiente (25°C), también se realizan los controles de calidad de acuerdo a las variables establecidas.

Formulación y estandarización del néctar de carambolo y limonaria.

Para lograr el resultado se determina el tratamiento adecuado para el néctar de limonaria, para esto se seleccionaron nueve (9) tratamientos al azar, resultantes de la combinación de factores de estudio. Los tratamientos se detallan a continuación:

Tratamientos	Sólidos soluble Brix	pH	Temperatura de pasteurización c	Grado de aceptabilidad
T1	12	3.0	70	78
T2	13	3.5	75	75
T3	15	4.5	80	68
T4	12	3.5	70	71
T5	13	4.5	80	87
T6	15	3.0	75	65
T7	12	4.5	70	76
T8	13	3.0	75	80
T9	15	3.5	80	72

Tabla 2. Factores de estudio y resultados de aceptación.
Fuente. Elaboración propia

Se pudo evidenciar que los nueve (9) tratamientos mostraron resultados similares, pero quien aportó mejor rendimiento, mayor vida útil: 120 días y mayor grado de aceptación, fue el T5, logrando de este modo la estandarización del proceso en cuanto a las variables objetivo, las cuales para alcanzar el producto final de pasteurización,

fueron realizadas a una temperatura promedio de 80°C por 2 minutos, la acidez fue de 0,35% de ácido cítrico, pH 4,2 y los sólidos solubles de 13°Brix.

Para que se puedan considerar un valor del 5%, los valores F calculados, deben ser superiores a los valores F tabulados. Dado que el valor F calculado para los tratamientos es de 5,14 es superior al valor F tabulado que es 3,328, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por otro lado, el valor F calculado para los panelistas que fue de 0,63, siendo menor al F tabulado que fue de 1,731, se llega a la conclusión que no existe una diferencia significativa ($p \leq 0,05$), entre los panelistas.

INGREDIENTES	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
Pulpa de carambolo	24.55	20.00	25.55
Limonaria	0.05	0.05	0.05
Agua	65.35	65.35	65.35
Azúcar	10	14.55	9
CMC	0.03	0.03	0.03
Ácido ascórbico	0.02	0.02	0.02

Tabla 3. Formulaciones evaluadas del néctar de carambolo y limonaria
Fuente. Elaboración propia

En cuanto a la formulación y con base a los resultados de la investigación y el comportamiento de los ingredientes al ser mezclados, se desarrollaron tres formulaciones de base, las cuales se sometieron a un análisis sensorial para determinar el grado de aceptabilidad y los mecanismos de control necesarios para el control del proceso.

Estas formulaciones fueron las que mejor presentación, aspecto y gusto mostraron, por ello con ellas se realizaron los análisis sensoriales para seleccionar la mejor según el panel degustador.

Análisis sensorial

Para realizar la prueba de evaluación

sensorial, se aplicó la escala hedónica de nueve puntos, donde el primero indica, me disgusta extremadamente y el último indica, me gusta extremadamente.

Esta prueba fue realizada con 30 panelistas no entrenados, con edades comprendidas entre 18-26 años.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza para la determinación de diferencias significativas entre muestras con un nivel de significancia de 5%. Montgomery, C.D. (2011).

Fuente De Variacion	GL	SC	CM	Relacion F	
				Calculada	TABULADA (p≤0,05)
Total (T)	74	180			
Tratamiento (Tr)	2	25,87	12,93	5,14	3,328
Panelista(P)	29	46,00	1,59	0,63	1,731
Error €	43	108,13	2,51		

Tabla 4. Resultado prueba hedónica.

Fuente. Elaboración propia

Para determinar si existía diferencia entre los panelistas se utilizó una prueba de comparación múltiple (Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan). Esta prueba permite comparar las diferencias entre todos los pares de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par. Si la diferencia entre los pares de media es superior al valor de la amplitud calculado, las medias son significativamente diferentes al nivel de significancia especificado. Los valores de amplitud se computan con base al número de medias que separan las dos medias que se están sometiendo a prueba, cuando las medias disponen en orden de magnitud. Espinosa, M. J. (2007).

Como no se presentó diferencias significativas entre las muestras por parte de los panelistas, la formulación elegida fue la de mayor aceptación por parte de los estos, la cual se relaciona a continuación:

INGREDIENTES	ForMULA 1
Pulpa de carambolo	24.55
Limonaria	0.05
Agua	65.35
Azucar	10
CMC	0.03
acido ascorbico	0.02

Tabla 5. Formulación seleccionada

Fuente. Elaboración propia

Analisis fisicoquimicos

Para determinar las características físicas y químicas de los productos obtenidos, se realizaron ensayos para determinar pH, acidez, humedad, grasa, proteínas, fibra entre otros. Mediante la aplicación de las normas técnicas colombianas de acuerdo con el producto objeto de estudio.

Producto	Tipo de analisis	Metodo	Equipos	Resultado	Parametro de referencia
Néctar de carambolo y limonaria	Acidez	Volumetría	Bureta Erlenmeyer	0,35%	Max 0,5
	Sólidos solubles	Refracto métrico	Refractómetro	13 ° Brix	Max 15° Brix
	Grasa	Soxhlet	Soxhlet	0%	NA
	Humedad	Gravimétrico	Analizador halógeno	85%	NA
	Proteínas	Método Kjeldahl	Equipo de Kjeldahl	0,25%	NA
	Fibra	Gravimetría	Equipo de digestión Balanza analítica	0%	NA
	Cenizas	Mufla 550°C	Mufla	0,50%	NA

Tabla 6. Análisis fisicoquímicos del néctar de carambolo y limonaria

Fuente. Elaboración propia

Analisis Microbiologicos

Se realizaron teniendo en cuenta las técnicas y

métodos establecidos en la norma técnica NTC 5468: Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas.

Producto	Tipo de análisis	Metodo	Resultado	Valor de referencia
Néctar de carambolo y limonaria	Recuentos aerobios mesófilos, UFC/g ó UFC/ml	NTC 4519	<100	500
	Recuento de coliformes, UFC/g ó UFC/ml	NTC 4458	0	<10
	Recuento de esporas clostridium sulfitorreductoras, UFC/g ó UFC/ml	NTC 4834	0	<10
	Recuento de mohos y levaduras, UFC/g ó UFC/ml	NTC 4132	<5	<10
	Recuento de bacterias acidolácticas, UFC/g ó UFC/ml	ISO 15214	0	100

Tabla 7. Análisis microbiológicos de los productos estandarizados

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo los valores que se encuentran en la tabla No. 7 y los límites establecidos por la norma técnica colombiana NTC 5468: Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas, se demuestra que el producto no representa un peligro para la salud en su ingesta debido al NMP Coliformes, así como de las bacterias mesófitas, bacterias ácido lácticas y las esporas sulfitorreductoras arrojaron resultados dentro de los parámetros establecidos en la norma, valor de cero, lo cual indica no presencia. Además, se muestra que los valores de mohos y levaduras se encuentran por debajo de los parámetros, lo cual implica que el consumo de este producto es inocuo y no genera ningún daño a la salud humana.

Discusión y conclusiones

Los aportes al campo de conocimiento están

relacionados con la apropiación tecnologías de transformación para la obtención de bebidas a base frutas que permitan obtener productos de alta calidad, y que puedan ser masificados a escala industrial mediante el desarrollo de un proyecto productivo. Además, la reducción de costos de producción en productos alimenticios, aumento competitividad y acceso de los productos ante los diferentes mercados, mejora la rentabilidad de los procesos.

Al llevar a cabo el desarrollo de productos a partir de carambolo y plantas aromáticas, se logra brindar a nivel regional y departamental, la producción y comercialización de productos alimenticios. El néctar elaborado responde a las tendencias actuales de lo relacionado con alimentación saludable, lo que incrementará el consumo de estos alimentos y por el consiguiente este aumento se verá reflejado en los ingresos al sector agroindustrial. De igual forma, este proyecto busca fomentar la incursión de talento humano para la elaboración de los procesos productivos, brindando oportunidades laborales que garanticen el desarrollo de nuestros productos desde la producción hasta su comercialización.

La agroindustrialización de las plantas aromáticas y el carambolo en el departamento del Atlántico ofrece un gran potencial mediante la implementación de tecnologías de transformación y conservación que permitan la innovación de productos alimenticios saludables, así como el desarrollo de este sector agrícola, logrando de este modo un néctar de carambolo y limonaria sin conservantes con aroma y color característicos.

Se determinó el proceso tecnológico y los mecanismos de control necesarios para la elaboración del néctar a partir de carambolo y limonaria, al lograr estandarizar la formulación y proceso de elaboración del néctar con una formulación de carambolo 24.55%, Extracto de limonaria 0,05%, Agua 65,35%, Azúcar 10%, CMC 0.03%, Ácido Ascórbico 0,02%.

Se determina que la vida útil del néctar a partir de carambolo y limonaria es de 30 días sin refrigeración, posterior a su elaboración y las especificaciones técnicas de la bebida refrescante carbonatada a partir de las plantas aromáticas, fue pH 4.8, grados Brix 13(sólidos solubles), 0.35% acidez, de

acuerdo con estos parámetros y comparados con los de la norma: NTC 5468, se puede concluir que el producto cumplió con las características de calidad requeridas.

La formulación más aceptada por los encuestados fue la No. 1, la cual presento una composición bromatológica de 0% de fibra cruda, 0.25% de proteínas, 0.5% de minerales y 0% grasa.

La agroindustrialización de las plantas aromáticas en el departamento del Atlántico – Colombia, ofrece un gran potencial mediante la implementación de tecnologías de transformación y conservación que permitan la innovación de productos alimenticios funcionales, así como el desarrollo de este subsector agrícola.

Referencias Bibliográficas

Contreras-Calderón, J., Calderón-Jaimes, L., Guerra-Hernández, E., & García-Villanova, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food research international*, 44(7), 2047-2053.).

Diaz, J.A. (2003). Informetécnico. Caracterización del mercado colombiano de plantas medicinales y aromáticas. Bogotá: instituto Alexander Von Humboldt/Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial

Espinosa, M. J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_S169235612012000100011&lng=en&tlng=es](http://ebookcentral.proquest.com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.cID=3174839&query=ANALISIS+SENSORIAL+, 2018, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_S169235612012000100011&lng=en&tlng=es).

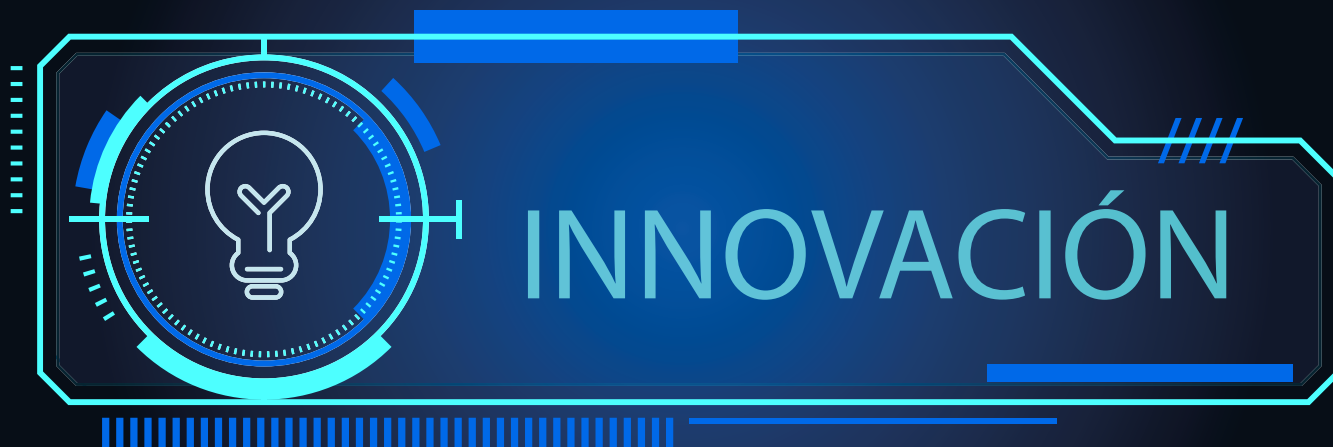
Grande T., Carlos David, & Delgado O., Johannes.(2015).Cadenadevalordeplantas aromáticas, medicinales y condimentarias. Una industria en pleno desarrollo. Retos y Oportunidades en el Panorama Colombiano, 10(1) 10 – 11. Universidad san Buenaventura– Cali. 10(3).<http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4512/1/>

Meneses-Agudelo, Esteban. Ramelli, E. G.(2013). Trasformación de plantas aromáticas en infusiones. Corporación Universitaria Lasallista. Montgomery, C.D. (2011). Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. Limusa.

Restrepo, L., Gomez, L., & Ossa, G. d. (2012). Conocimiento y consumo de bebidas aromaticas en jovenes en la ciudad de Medellin, Colombia. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1). Obtenido de <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/viewFile/224/185>

Tzun, M. (2014). Formulación, elaboración y carbonatación de una bebida natural tipo infusión a partir de hierba María Luisa (*Lippia triphylla*). (I. d. alimentos, Ed.) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1644/1/22T%28532%29Ali%20MAYNOR%20MATEO%20TZUN%20G%C3%93MEZ.pdf>

Valarezo, J., & García, D. (2012). Adaptación tecnológica para la obtención de una bebida refrescante elaborada a partir de plantas aromáticas Loja - Ecuador. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/1842>.



APROVECHAMIENTO DE SEMILLA DE MANGO EN EL DESARROLLO DE GALLETAS PARA CONSUMO HUMANO

USE OF MANGO SEED IN THE DEVELOPMENT OF COOKIES FOR HUMAN CONSUMPTION

Ing. Darío Coral Velasco, SENA, Centro para la Formación Cafetera, Colombia, daarcove@misena.edu.co
Ing. Frank Alberto Cuesta González, SENA, Centro para la Formación Cafetera, Colombia, fcuesta@misena.edu.co

Resumen

La semilla de mango es un residuo de las empresas productoras de concentrados y jugos, ella generalmente es desechada en rellenos sanitarios o es utilizada en alimentación de animales como consumo directo. La semilla de mango tiene dos partes principales, el cotiledón y el endocarpio, en el caso del cotiledón, puede ser aprovechado en la industria de alimentos y cosmética; es así como el objetivo del presente trabajo consiste en aprovechar la harina de cotiledón de mango en la formulación de un producto alimenticio elaborado en el Centro para la Formación Cafetera del SENA regional Caldas. El procedimiento de preparación de la semilla fue: Lavado de semillas, secado, separación de endocarpio a través de guillotina, molienda y secado a temperatura controlada, posteriormente empacado y conservación en refrigeración. Se evaluó la separación del aceite y la harina mediante métodos de extracción como compresión por tornillo sin fin y método Soxhlet. Para el diseño del prototipo alimenticio se determinaron los porcentajes de materias primas que formarían la masa galletera. Luego, se horneó la masa y se procedió a realizar análisis sensoriales y bromatológicos de alimentos, de acuerdo a parámetros de normativa legal vigente, encontrando que las masas trabajadas con harinas de cotiledón de mango presentan mayor retención de humedad, texturas arenosas y notas achocolatadas en el producto final; estas masas no forman gel, no incrementan su viscosidad y poseen menor cantidad de humedad, así como menor aw, dando como resultado una mayor estimación de vida útil; con lo cual las harinas de cotiledón de mango pueden contribuir con el incremento de la vida de anaquel de productos de galletería, al disminuir la cantidad de agua libre, presente en este tipo de alimentos.

Palabras clave: extracción, harina, residuos, cotiledón, galletería

Abstract

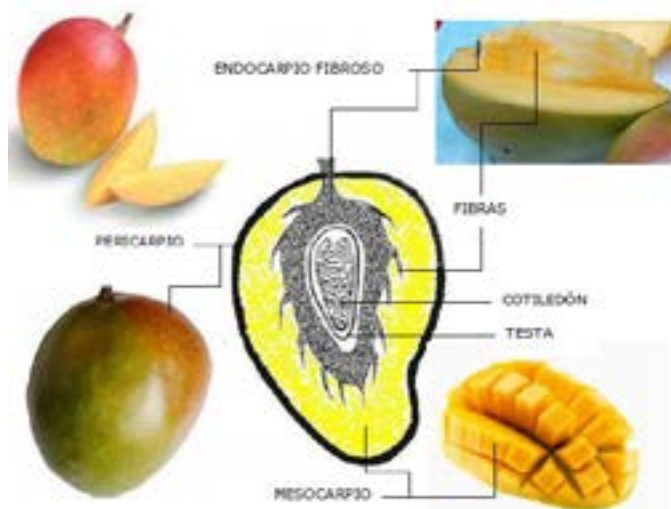
Mango seed is a waste in companies which produce concentrates and juices. Most of the time it is always discarded to landfills or used to feed animals. It is composed by two main parts, cotyledon and endocarp, the first one is used for food and comestic industry. The main objective of this paper is taking advantage of mango cotyledon flour to produce a food product made in Centro para la Formación Cafetera at Regional Caldas SENA. Seed preparation procedure: Seed washing, drying, endocarp separation through guillotine, grinding and drying at controlled temperature. Afterwards, all material must be packed and refrigerated. Oil and flour separation was evaluated by extraction methods such as endless screw and Soxhlet method. Food prototype design was determined by raw materials percentages that will form the cookie dough. Then, dough was baked to make food sensorials and bromatological analysis according to current legal regulations, as a result, dough with some parts of mango cotyledon keeps a higher moisture retention, sandy textures and chocolate notes in the final product than other ones without it. Those doughs do not form gel, avoid to increasing their viscosity and have a low moisture and AW, resulting in a greater probability of useful life. Finally, mango cotyledon can contribute to shelf life of cookie products when diminishing free water quantity in food .

Keywords: extraction, flour, wastes, cotyledon, biscuit

1. Introducción

Como se muestra en la Figura 1. el mango posee diferentes partes y constituyentes que se aprovechan en diferentes momentos de su comercialización o procesamiento, los cuales son una fuente muy importante de compuestos bioactivos de alto valor agregado, en particular de fibra dietaria, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, entre muchos otros (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012). La cotiledón de mango es rica en ácidos grasos y triglicéridos, antioxidantes de tipo fenólico y fosfolípidos; además de ser una buena fuente de fibra dietaria (Grande Tovar, 2016); la almendra de la semilla puede contener valores de proteína cruda del orden del 6,39%; humedad 44,8%; grasa cruda 10,70%; cenizas 2,4%, y fibra 2,38% (Acuña *et al.*, 2015).

Figura 1: Partes del mango



Fuente: tomado de LIOFRUT (2011).

El cotiledón de mango es un residuo agroindustrial dentro del proceso de despulpado del fruto; el cual se constituye en una fuente de contaminación sólida que impacta el medio ambiente. Ésta se puede constituir en una materia prima para la obtención de nuevas materias primas que pueden ser utilizadas en diversas áreas, como en la alimentación animal o humana. Antes debe ser tratada para poder obtener las propiedades y compuestos de interés para el área de procesamiento de alimentos. Entre los métodos de preparación de muestras para la obtención de la materia prima y su utilización en el desarrollo de este trabajo, se encuentran técnicas como extracción por medio de agua destilada o solución acuosa de NaOH (Medina *et*

al., 2010), extrucción controlando las variables de velocidad, temperatura y contenido de humedad de la muestra (Bello Pérez *et al.*, 2006), extracción de doble tornillo mezclando diversas materias primas (Manrique Quevedo *et al.*, 2007), así como la combinación de las harinas obtenidas con harina de trigo (Torres-González *et al.*, 2014); cada materia prima obtenida presenta características diversas en sus propiedades morfológicas y reológicas, influyendo en el procesamiento del producto alimenticio, así como en las características sensoriales del producto final. Es por ello que la harina no convencional de cotiledón de mango se utilizó en el desarrollo de productos de galletería, ya que sus propiedades reológicas son complementarias y deseadas en el desarrollo de este tipo de productos alimenticios.

En la utilización de harinas no convencionales en la industria alimentaria, se cuenta con los antecedentes de elaboración de productos panificables a partir de harina de yuca (Henao y Aristizábal, 2009), harinas de frutas inmaduras como mango y plátano como fuente de fibra dietaria (Torres-González *et al.*, 2014) con los cuales se buscaba reducir los porcentajes de harina de trigo utilizadas en las formulaciones panaderas, para disminuir la dependencia de productos importados, determinando cantidades y calidades de abastecimiento de estas materias primas en un contexto real; así como evaluar las características de la materia prima, propiedades funcionales, porcentajes de sustitución, comportamiento reológico y fermentativo de las masas, además del grado de aceptación del producto final.

Dentro de los desechos agroindustriales se encuentran los residuos provenientes del procesamiento del mango, los cuales poseen altos contenidos de azúcares, aceites, proteínas y fibras; estos deben ser caracterizados para conocer su composición, calidad y la cantidad de componentes, para determinar su aprovechamiento según las técnicas y tecnologías más adecuadas (Saval, 2012).

Para el año 2014, la FAO estima la cosecha mundial de mango en más de 844 mil toneladas (Grande Tovar, 2016), en el año 2015, Colombia produce aproximadamente 220 mil toneladas (Fedemango, 2015), para el año

2014 los departamentos con mayor producción son Cundinamarca, Tolima, Antioquia; mientras que Caldas produce cerca de 2800 toneladas (Agronet, 2015). En la industrialización del mango, específicamente durante el proceso de despulpado, se generan entre 50%-55% de residuos representados en cáscara, semilla, resto de pulpa y fibra, los cuales deben ser sometidos a pretratamientos, antes de ser aprovechados en la obtención de otros compuestos de alto valor agregado (Giraldo *et al.*, 2007).

Es por ello que se establece la pregunta de investigación: ¿Se pueden aprovechar el cotiledón de mango que se obtiene como un subproducto en el procesamiento agroindustrial de las empresas, para el desarrollo de una harina no convencional y que ésta sea utilizada en la formulación de un producto alimenticio de consumo humano?

Antecedentes.

Dentro de la búsqueda de la disminución de impactos ambientales e incrementar el aprovechamiento de residuos agroindustriales de las diferentes materias que se obtienen en el procesamiento industrial, se ha buscado obtener harinas no convencionales a partir de cotiledón de mango, el cual ha sido aprovechado de almidón a través de diversos métodos (Medina et al., 2010), así como la caracterización del cotiledón y la determinación de sus valores nutricionales como una harina integral (Moreno Álvarez, 1999), además de la evaluación del cotiledón de mango como fuente de aceites y grasas (Santos et al., 2013); esto para que las harinas y aceites obtenidos se constituyan en materias primas de productos para alimentación humana como en el caso de productos embutidos cárnicos tipo salchicha con la adición de harina de mango (León y Sarmiento, 2015), o alimentación animal como en el caso de alimentación de gallinas productoras de huevo (Portillo et al., 2012).

Objetivos.

Objetivo General:

Aprovechar la semilla de mango en el desarrollo de productos alimenticios en la línea de galletería

Objetivos específicos:

Realizar separación de los componentes de las semillas de interés para la industria alimenticia. Diseñar prototipo de producto alimenticio en la línea de galletería a partir de los subproductos de las semillas de mango.

Realizar caracterización fisicoquímica y bromatológica de los prototipos de productos fabricados a partir de las semillas de mango.

Métodos o Diseño Metodológico

La metodología usada para el desarrollo de un producto de galletería a partir de harina de cotiledón de mango, consta de varias actividades que van desde pretratamiento de la semilla de mango, pasando por la obtención de las harinas y su caracterización, hasta la elaboración del producto panificable y su evaluación sensorial y bromatológica.

Para desarrollar el presente estudio, fue necesario obtener la materia prima (semilla de mango), la cual proviene del proceso productivo de empresas dedicadas a la obtención de pulpas, considerada un subproducto del proceso productivo y por ende, un residuo que necesita ser dispuesto, de acuerdo a las técnicas que ellos disponen.

Ubicación del sitio del ensayo.

El desarrollo del producto se realizó en el Laboratorio de Ciencias Básicas y en la Planta de Agroindustria del Centro para la Formación Cafetera del SENA regional Caldas, ubicado en la Ciudadela Tecnológica Los Cerezos, kilómetro 10 vía al Magdalena, zona industrial de Maltería, en la ciudad de Manizales.

Pretratamiento de semilla de mango

Alistamiento de materia prima para su conservación.

La semilla obtenida se sometió a un proceso de lavado para retirar material fermentable; posteriormente se secó a temperatura controlada (50°C). La nuez se separó del endocarpio a través de una guillotina de forma manual, luego se molió y secó a una temperatura controlada, hasta lograr una humedad del 10%, según análisis proximal de su composición. Por último las semillas se empacaron para su conservación en refrigeración a 4°C.

Método de extracción por tornillo sin fin.

Las semillas de mango se introducen y caen a través de la tolva, donde el tornillo sin fin gira y comprime el material sobre la carcasa del equipo, el cual opera a una temperatura alrededor de 150°C, luego se consigue la extracción del aceite mientras el tornillo empuja las nueces hasta el cabezal de la máquina. En este equipo el porcentaje de extracción depende de la velocidad de rotación del tornillo sin fin, la geometría del tornillo, diseño de la carcasa, temperatura de entrada de materia prima y de operación, humedad de la semilla, entre otros (Valencia et al., 2018).

Método de extracción Soxhlet.

Se midió el peso de la muestra en un papel filtro Whatman no. 4, se ubicó todo el conjunto dentro del porta-muestras denominado cartucho, el cual es un recipiente de forma cilíndrica y base semiesférica donde se deposita la muestra; esto se llevó a la cámara de extracción del Soxhlet donde se conectó el balón al sistema de extracción y se agregó suficiente cantidad de alcohol etílico (grado reactivo) hasta llenar dos veces y media la cámara de extracción. El proceso de reflujo tardó alrededor de 3 horas. El solvente fue retirado por evaporación. Los recipientes con la grasa y el sólido separados fueron colocados en el horno durante 15 minutos a una temperatura de 90°C durante 15 minutos y en desecador durante 30 minutos.

Diseño del prototipo del producto alimenticio a partir de los subproductos de semillas de mango

Análisis de materia prima.

Luego de obtener la harina se procedió a realizar controles de calidad y cantidad, imprescindibles para garantizar la inocuidad del producto resultante; estos exámenes se realizaron en las instalaciones de los Laboratorios de Ciencias Básicas del CFC; también se contó con el apoyo de laboratorios externos.

Prototipos de galletería.

Se realizaron pruebas piloto de fabricación de galletería con las materias primas,

a partir de flujogramas, variación de formulaciones y parámetros de proceso. Posteriormente se formuló el producto, pesando todas las materias primas que formaron la masa: harina de semilla de mango y harina de trigo (en proporción 30:70), utilizando las harinas de semilla de mango con y sin aceite, para determinar las diferencias sensoriales que causan la presencia de estas harinas en el producto terminado; azúcar, margarina, polvo de hornear, huevos y sal, los cuales se mantendrán constantes en las formulaciones trabajadas para solo determinar los cambios causados por la presencia de las diferentes harinas y sus mezclas. Posteriormente, cada producto se horneó a una temperatura de 150°C, durante un período de tiempo de entre 30 a 50 minutos.

Análisis al prototipo terminado.

Los productos obtenidos se someterán a degustación y análisis sensoriales básicos, hasta conseguir productos aceptados y con propiedades alimenticias diferenciales. Por último, se realizaron los análisis de calidad de alimentos de acuerdo a parámetros de normativa legal vigente (análisis sensorial, bromatológicos) en los laboratorios de la Fundación INTAL de la ciudad de Itagüí y se determinó si las harinas de cotiledón de mango otorgan beneficios y diferencias en la producción del prototipo de galletería.

Análisis de resultados.

Método de extracción por tornillo sin fin.

Después de varios ensayos, se descartó este método de obtención de harina de cotiledón de mango, debido a que las temperaturas empleadas en el funcionamiento del equipo (>150°C) causaron quemaduras en todo el material de la semilla, imposibilitando su uso como harina para elaboración de productos alimenticios.

Método de extracción Soxhlet.

Para la obtención de harina de cotiledón de mango se siguen dos rutas: harina con aceite y harina sin aceite. En cuanto a esta última, con el proceso de extracción con solventes (alcohol) se encontraron rendimientos del 14,3% de extracción de aceite a partir de la semilla. A

continuación, se procedió a evaporar el solvente de la harina.

DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL PRODUCTO ALIMENTICIO A PARTIR DE LOS SUBPRODUCTOS DE SEMILLAS DE MANGO

Análisis de materia prima.

Los resultados obtenidos luego de la caracterización de la harina de cotiledón de mango, se observan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Análisis físicoquímicos harinas.

Análisis	Método	Harina de mango con aceite	Harina de mango sin aceite	NTC 267 Harina de trigo	Resultado (máximo)
% Humedad	NTC 529	12,65	12,05		14,5
Dureza (g)		888	1042,5		
Adhesividad (mJ)		0	926,33		
Análisis de Perfil de textura (TPA) del gel de almidón.	Compresión doble (interno)	888	818,33		
Relación agua: harina 1,6:1 a 80°C	Elasticidad (mm)	0,27	0,26		
Gomosidad (g)		3,72	3,91		
Masticabilidad (mJ)		262,4	232,7		
		985,88	910,5		

Fuente: el autor

Tabla 2. Análisis bromatológicos harinas.

Análisis	Método	Harina de mango con aceite	Harina de mango sin aceite	NTC 267 Harina de trigo	Decreto 1944 de 1996: Fortificación de harinas
Cadmio mg/kg		< 0,015	< 0,015	0,2	
Calcio mg/kg	Método	724,17	881,423		1280
Hierro mg/kg	AOAC	70,839	50,456		44
Plomo mg/kg	999.10	< 0,015	< 0,015	0,2	
Sodio mg/kg		10,382	14,847		

Fuente: el autor

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el micro-viscoamilógrafo (Tabla 1), la muestra no presentó formación de gel, evidenciando el no incrementó de la viscosidad y elasticidad del producto y por lo tanto, no se pudo obtener la curva; es por ello que las harinas de cotiledón de mango pueden ser utilizadas en productos panificables, tipo galletería.

Con respecto a los análisis bromatológicos (Tabla 2) se observa que las harinas de cotiledón de mango pueden ser una materia prima a adicionar a la harina de trigo en la elaboración de productos de galletería, pues contribuyen con el incremento en los niveles de hierro y calcio, como se exige en la normativa de fortificación de harina de trigo.

Prototipos de galletería.

En la Tabla 3 se muestran las formulaciones trabajadas a partir de las muestras de harina de cotiledón de mango (con y sin aceite) versus la formulación patrón, en la cual solo se trabaja harina de trigo:

Tabla 3. Formulaciones galletería

Materia prima	#1 Formulación patrón	#2 Formulación con harina de cotiledón de mango – sin aceite – método shodet	#3 Formulación harina de cotiledón de mango – Con aceite
Harina de trigo (gr)	150	105	105
Harina de mango (gr)		45	45
Azúcar (gr)	31,25	31,25	31,25
Margarina (gr)	62,5	62,5	62,5
Polvo de hornear (gr)	1,25	1,25	1,25
Huevo (unidad)	1	1	1
Sal (gr)	0,12	0,12	0,12

Fuente: el autor

Luego de pesar las diferentes materias primas, de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 3, se procedió a amasar, reposar, porcionar, moldear la masa en galletas y hornear, las cuales presentan diferencias visuales, como puede verse en la Figura 2.

Figura 2. Masa galletera horneada. De izquierda a derecha: Formulación #1 patrón, Formulación #2 con harina de cotiledón de mango sin aceite – método Shoxlet, y Formulación #3 harina de cotiledón de mango con aceite.



Fuente: el autor

Análisis sensorial a prototipo terminado.

Las muestras de las tres formulaciones de galletería fueron sometidas a un análisis sensorial por personal no entrenado, en donde se identificaron las principales características y atributos sensoriales, pertenecientes a cada muestra:

- La galleta #1 es suave, tostada pero no reseca y tiene buen sabor.
- La galleta #2 se siente de buen sabor, un poco tostada, seca y la harina se percibe en la boca con tamaño grueso (granulada).
- La galleta #3 es extremadamente seca, falta de dulce, muy tiesa, deja un sabor residual y la harina se percibe en la boca de tamaño grueso (granulada).

Análisis bromatológico a prototipo terminado.

Tabla 4. Análisis bromatológico a producto terminado

Análisis	Método	Galleta de harina de mango con aceite	Galleta patrón	Galleta de harina de mango sin aceite	NTC 1248 Productos de Molinería, Galletas
		Resultado	Resultado	Resultado	Resultado (mínimo) 10
% Humedad	Kirk et al (1996)	2,075	5,56	3,334	
Actividad de agua a 25°C	AOAC 978.38	0,144	0,42	0,168	
Análisis de duros (g)	Compresión simple	65,13		6923,8	
Azúcares totales	Espectrofotometría U.V-VIS %/p	17,17	15,06	15,51	
Proteína cruda	Kjeldahl %/p	6,4	7,4	6,3	(mínimo) 3,0
Cenizas	Incineración directa a 600°C %/p	2,04	1,29	2,14	

Fuente: el autor

En la Tabla 4 se presentan los resultados de las pruebas bromatológicas realizadas a las muestras. Se observa que los valores de los parámetros de humedad y actividad de agua, son menores en las muestras que contienen harina de cotiledón de mango versus la muestra patrón; con lo cual la vida útil del producto que contenga dichas harinas se incrementará. Los parámetros de azúcares totales, proteína cruda y cenizas presentan valores similares, entre las tres muestras analizadas.

Tabla 5. Estimación de vida útil por modelación matemática

Galleta de harina de mango con aceite	Galleta patrón	Galleta de harina de mango sin aceite
5,46 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales	2,16 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales	5,08 meses con 100% de pérdida de las características sensoriales
2,73 meses con 50% de compactación del producto	1,08 meses con 50% de compactación del producto	2,54 meses con 50% de compactación del producto
1,64 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales	0,65 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales	1,52 meses con 30% de pérdida de las características sensoriales

Fuente: el autor

En la tabla 5 se muestra la estimación de vida útil por modelación matemática de las muestras analizadas que se relaciona con el fenómeno de ganancia de humedad. Otras reacciones de tipo oxidativo y microbiológicas no se tienen en cuenta en este modelo. Estos datos, son obtenidos mediante estimaciones matemáticas, por lo que se hace necesario validarlos con pruebas de tiempo y condiciones reales. De ellas, se puede observar que las muestras de galletería que contienen harina de cotiledón de mango, presentan una mayor vida útil con respecto a la muestra patrón.

Discusión y conclusiones

Las masas trabajadas con harinas de cotiledón de mango presentan características reológicas que se diferencian de las masas trabajadas exclusivamente con harina de trigo. Se recomienda realizar más exámenes especializados a los futuros ensayos de las diferentes formulaciones, como exámenes bromatológicos de determinación de humedad (la cual puede o no facilitar el desarrollo de microorganismos o cambiar las características de textura), cenizas (y así determinar el contenido de minerales en el alimento), fibra (polímeros fibrosos que no son asimilados por el organismo humano), proteína (como parte de los compuestos nutricionales de un alimento) los cuales permiten obtener valores homogéneos y reproducibles sobre la elaboración de los diferentes ensayos alimenticios; además que permiten la construcción de información nutricional y el cumplimiento de la normativa

vigente con respecto a nutrición y adición de micronutrientes en los alimentos de este rango.

Las harinas de cotiledón de mango aportan gran capacidad de retención de humedad, lo que puede representar modificación de las formulaciones trabajadas; esto se evidencia en los modelos matemáticos de vida útil, donde se evidencia el incremento de la vida útil y de las características sensoriales en las muestras con presencia de harinas de cotiledón de mango, con y sin aceite, donde casi se triplica el tiempo para que las galletas presenten deterioros asociados a la ganancia de humedad de las muestras y por consiguiente la pérdida de las calidades sensoriales (y posiblemente la incidencia en la aparición de problemas microbiológicos; aunque esto no se puede corroborar con este modelo matemático).

En las galletas con mezclas con harinas de cotiledón de mango se obtuvo una mayor granulometría en la composición del producto final, y por ende una sensación de trozos de miga de mayor tamaño al momento de ser consumida por parte de los jueces no entrenados; para ello se necesita de un equipo de procesamiento de harinas, que pueda entregar menores granulometrías en la refinación de las harinas a trabajar y así obtener galletas con tamaño de miga más uniforme.

Las formulaciones de galletería pueden ser modificadas según la disponibilidad, cantidad y características de las harinas de cotiledón de mango; dado que esta es una materia prima estacionaria.

Es muy importante realizar la etapa de preparación de la premezcla con condiciones adecuadas de BPM, para evitar la contaminación microbiológica.

Las harinas de cotiledón de mango pueden ser consideradas promisorias, ya que se estaría utilizando un residuo de la agroindustria, con lo cual se disminuye significativamente el impacto ambiental que generan.

Estas harinas, pueden aportar a los productos elementos como calcio, hierro y proteínas; así como la disminución de la A_w en los productos,

se están enriqueciendo con estos minerales y al tiempo la disminución de la humedad libre en el producto, puede alargar la vida útil de los productos.

Se recomiendan realizar análisis microbiológicos, para conocer el comportamiento de estas formulaciones, frente a los microorganismos propios de estos productos y del medio ambiente. A partir de la disponibilidad de materia prima (semilla de mango), podríamos obtener más harina de cotiledón, en las épocas de mayor cosecha.

En la búsqueda de harinas no convencionales se puede explorar múltiples residuos agroindustriales que se generan en el procesamiento de alimentos en nuestra región, como lo son cascara, semillas, frutos de descarte de productos como mora, tomate de árbol, lulo, plátano, aguacate, residuos de café, cítricos entre otras alternativas; con lo cual se daría un valor agregado a estos subproductos, disminuyendo el impacto ambiental y contribuyendo al mejoramiento nutricional de los alimentos dirigidos al hombre o animales.

Referencias Bibliográficas

- Acuña S.C., Sandoval A.L., Amador A.S., Suarique S.S., Zambrano J.M., González J.G. (2015). Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango [*Mangifera indica* L.]. (Functional Characterization of Mango Seeds Kernel [*Mangifera indica* L.]). *CIENCIA EN DESARROLLO*, 6(1): 67-76.
- Agronet. (2015). *Mango - Evaluaciones agropecuarias municipales*. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Documents/Mango.pdf>. [Visitada en Noviembre 26 de 2019].
- Bello Pérez L.A., González Soto R.A., Sánchez Rivero M.M., Gutiérrez Meraz F., Vargas Torres A. (2006). Extrusión de almidones de fuentes no convencionales para la producción de almidón resistente. *Agrociencia*, 40(4).
- Fedemango. (2015). *Producción de mango en Colombia puede crecer cerca de 36%*. Agronegocios. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/produccion-de-mango-puede-crecer-36-2621672>. [Visitada en diciembre 14 de 2018].
- Giraldo L.M., Correa H.M., Gutiérrez J.B., Castano C.C. (2007). Aprovechamiento

del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería y Ciencia*, 3(6): 41-62.

Grande Tovar C.D. (2016). Valoración biotecnológica de residuos agrícolas y agroindustriales.

Henao S., Aristizábal J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Ingeniería e investigación*, 29(1).

León C.A., Sarmiento Y.P. (2015). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango (*mangifera indica* L.).

LIOFRUT. (2011). *Mango ¿Conoce sus propiedades?* Blogger. Disponible en: <http://liofrut.blogspot.com/2011/05/mangos-conoce-sus-propiedades.html>. [Visitada en 12 Diciembre de 2018].

Manrique Quevedo N., González Soto R.A., Othman Abu-Hardan M., García Suárez F.J., Bello Pérez L.A. (2007). Caracterización de mezclas de almidones de mango y plátano pregelatinizados mediante diferentes condiciones de extrusión. *Agrociencia*, 41(6).

Medina C., Paredes A., Rodríguez M.E., Moreno M., Belén-Camacho D., García D., Ojeda C. (2010). Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango. *Bioagro*, 22(1): 67-74.

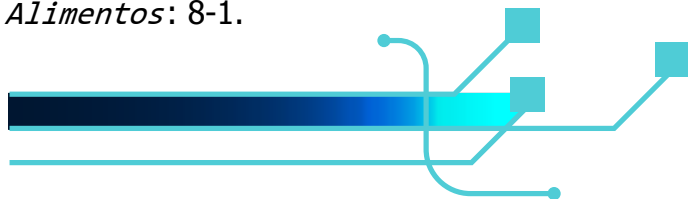
Moreno Álvarez M.J. (1999). Evaluación fisicoquímica de una harina Integral proveniente de semillas de mango (*Mangifera indica* L. Var. Bocado).

Portillo J.J., Basilio J., Arana A., Contreras L.A., Bojórquez S., Estrada L.E., Ríos F.G., Estrada A., Castro C.B., Contreras G. (2012). Utilización de harina de almendra de mango cruda en la alimentación de gallinas productoras de huevo para consumo. *Reunión Nacional de Cuerpos Académicos del Área de la Medicina Veterinaria y Zootecnia*: 76.

Santos M.T., Armendáriz B.P., Arroyo J.C., Moreno Y.M. (2013). Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 32: 258-266.

Saval S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2): 14-46.

Sumaya-Martínez M.T., Sánchez Herrera L.M., Torres García G., García Paredes D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 16(30). Torres-González M., Jiménez-Munguía M., Bárcenas-Pozos M. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*: 8-1.



VALIDACIÓN DE UN MÉTODO GRAVIMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C

VALIDATION OF A GRAVIMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF TOTAL SUSPENDED SOLVES DRIED AT 103 - 105 ° C

Ing. Carlos Burgos Galeano, SENA, Centro de Comercio Industria y Turismo, Colombia. burgosgaleano@gmail.com.
Químico, Cristian Alfonso Castellanos, Centro de Comercio Industria y Turismo, Colombia. cristiancacpx@hotmail.com.
Químico, Never Luis Hernandez, SENA, Centro de Comercio Industria y Turismo, Colombia.. nvrhrndz@gmail.com.

Resumen

En la presente investigación, se llevó a cabo la validación del método gravimétrico para determinar los sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C en aguas naturales y residuales. Este proceso es fundamental en los laboratorios certificados según ISO / IEC 17025 y permite obtener datos confiables. Para el desarrollo de este trabajo fue tomado como referencia el método de la sección 2540 D propuestos por el estándar método edición 23, para la determinación de sólidos suspendidos totales. En este caso particular, el método consistió en la filtración de una muestra bien mezclada a través de un filtro de fibra de vidrio estándar previamente pesado, y luego de secado el filtro y el residuo retenido en él a un peso constante en un horno a 103-105 °C. El aumento en el peso del filtro representa los sólidos suspendidos totales. Los resultados para este método son confiables debido a que se logró porcentajes de error y de coeficientes de variación, inferiores al 10%, lo que muestra que dicho análisis se realizó con una buena exactitud y precisión, con un límite de detección de 11,01 mg de caolín/L, mostrando que se realizó un buen proceso en la determinación de sólidos suspendidos totales. La validación realizada en este trabajo, muestra que las metodologías empleadas cumplen con los criterios exigidos ante los entes de control como el IDEAM, que permiten garantizar que los anteriores resultados son de alta confiabilidad en el laboratorio de Investigación y Calidad Ambiental del SENA Regional Córdoba y a su vez es un soporte para mantener la acreditación bajo la resolución 0477 del 15 de mayo 2019, conservando los lineamientos de la norma anteriormente citada.

Palabras Claves: Validación, acreditación, sólidos suspendidos totales (SST), gravimetría, agua natural, agua residual, Filtración.

Abstract

In the present investigation, the validation of the gravimetric method was carried out to determine the total suspended solids dried at 103-105 ° C in natural and residual waters. This process is fundamental in laboratories certified according to ISO / IEC 17025 and allows to obtain reliable data, for this work was developed taking as a reference the method of section 2540 D proposed by the standard method edition 23, for the determination of total suspended solids. In this particular case, the method consisted of filtering a well-mixed sample through a previously weighed standard fiberglass filter, and then drying the filter and the residue retained therein at a constant weight in a 103-well oven. 105 ° C. The increase in filter weight represents the total suspended solids. The results for this method are reliable due to the fact that error percentages and coefficients of variation were lower than 10%, which shows that this analysis was performed with good accuracy and precision, with a limit of detection of 11,010 mg SST / L, showing that a good process was performed in the determination of total suspended solids. The validation carried out in this work shows that the methodologies used meet the criteria required before the control entities such as IDEAM, which allow us to guarantee that the above results are highly reliable in the Research and Environmental Quality laboratory of the SENA Regional Córdoba and in turn is a support to maintain accreditation under resolution 0477 of May 15, 2019, retaining the

guidelines of the aforementioned standard.

Keywords: Validation, accreditation, total suspended Solids (TSS), gravimetry, natural water, residual water, Filtration.

Introducción

Los sólidos se refieren al material suspendido o disuelto en aguas potables, superficiales y salinas, así como en aguas residuales domésticas e industriales. Los sólidos pueden afectar de manera adversa la calidad del agua o efluente de varias maneras ^[1], dentro de este contexto las aguas naturales y residuales contienen cantidades significativas de sólidos, por lo cual es conveniente llevar un control sobre este contaminante para mejorar los servicios que se prestan a la ciudadanía ya sea en el control de descargas, en la calidad de los procesos de tratamiento o en la calidad del efluente ^[2]. El objetivo es obtener un método validado, resultado dado por unos parámetros de calidad calculables mediante herramientas matemáticas – estadísticas tales como: exactitud, precisión, intervalo de trabajo, límite de detección, entre otros.. Por lo tanto, la validación de un método consiste en una etapa de rectificación, donde todos los parámetros son evaluados bajo las condiciones del método y las características propias del laboratorio. Para tal fin se validó el método analítico para la determinación de sólidos suspendidos totales en aguas naturales y agua residuales por el método gravimétrico en el laboratorio de investigación y calidad ambiental del SENA - Regional Córdoba. La validación lograda en este trabajo es un soporte técnico para seguir con el proceso de acreditación ante los entes de control como lo es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, bajo los lineamientos de la norma citada anteriormente.

2. Metodología

La presente validación es de carácter analítico, la metodología utilizada para el análisis mediante gravimetría se realizó según el método SM: 2540 D (Método gravimétrico) de acuerdo con el Standard methods edición 23. Las muestras de agua natural y residual usadas en la validación, se recolectaron del río Sinú y de la laguna de oxidación facultativa de la

ciudad de montería, respectivamente. Las muestras fueron recolectadas en recipientes de plástico y se refrigeraron a una temperatura menor a 6 °C hasta llegar a las instalaciones del laboratorio, donde fueron analizadas como se establece en el numeral 2.4.2 Procedimiento de análisis.

Equipos.

Horno de calentamiento, Marca: VWR, Modelo: 19087; Balanza Analítica, Marca: ADAM, Modelo: pw254; Bomba de Vacío, Marca: BOECO, Modelo: R300.

Materiales.

Aparato de filtración, Probeta graduada clase A de (25, 50, 100, 250, 500 y 1000 mL), Cajas de Petri, Beakers de (1000, 2000 mL), Pinzas metálicas, Desecador con agente desecante silica con indicador de color, Papel filtro de fibra de vidrio 47mm de diámetro.

Reactivos.

Caolín Grado analítico Marca: MERCK, Grasa para desecadores grado técnico, Agua destilada. Protocolo de análisis.

Preparación de soluciones.

Para la realización de los ensayos, fue necesaria la preparación de las siguientes soluciones:

Solución estándar de caolín (50 mg de caolín/L): Se disolvieron 0,05 gramos de caolín previamente secados en el horno de calentamiento a 103 – 105 °C por 1 hora en agua destilada y aforó en matraz volumétrico de 1 L; Solución estándar de caolín (1000 mg de caolín/L): Se disolvió 1 gramo de caolín previamente secado en horno de calentamiento a 103 – 105 °C por 1 hora en agua destilada y aforó en matraz volumétrico de 1 L; Solución estándar de caolín (2000 mg de caolín/L): Se disolvieron 2 gramos de caolín previamente secados en horno de calentamiento a 103 – 105 °C por 1 hora en agua destilada y aforó en matraz volumétrico de 1L. Procedimiento de análisis.

Preparación de filtros de fibra de vidrio.

Se insertó el filtro de fibra de vidrio en el aparato de filtración. Y se aplicó vacío y lavó con tres porciones sucesivas de 20 mL de agua destilada. Luego, se continuó la succión por 3 minutos para eliminar todos los rastros de agua. Se retiró el filtro del aparato de filtración y transfirió a una caja de petri. Se secó en el horno a 103 -105 °C durante 1 hora. Se enfrió en el desecador por aproximadamente 45 minutos para alcanzar la temperatura ambiente y se pesó. Se repitió el ciclo de secado, desecado y pesaje hasta que se obtuvo peso constante o hasta que la diferencia entre pesajes consecutivos fue de 0,5 mg.

Análisis de la muestra.

Se agitó la muestra y usó una probeta graduada para transferir un volumen medido a un filtro de fibra de vidrio acoplado al aparato de filtración, al cual se le aplicó vacío con ayuda de la bomba de vacío. Se lavó el filtro con al menos tres volúmenes sucesivos de agua destilada ≥ 10 mL. Y se permitió un drenaje completo entre los lavados, y continuó la succión por 3 minutos hasta que se eliminaron todos los rastros de agua. Luego, usando unas pinzas, se retiró con cuidado el filtro del aparato de filtración y transfirió a una caja de petri, la cual se secó durante 1 hora en un horno a 103-105 °C, Se enfrió en el desecador por aproximadamente 45 minutos para alcanzar temperatura ambiente y se pesó. Se repitió el ciclo (secado, enfriamiento, desecado y pesaje) hasta que la diferencia entre pesajes consecutivos fue ≤ 0.5 mg ^[3].

Calculo para concentración de sólidos.

Los resultados son reportados en unidades de mg de sólidos suspendidos totales (mg SST/L) por litro de muestra, que pueden ser calculados mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{mg SST}}{\text{L}} = \frac{(A - B) \times 1000000}{\text{Vol de muestra}}$$

Ecuación 1.

Donde:

A es el peso del residuo seco + capsula en gramos.

B es el peso de la capsula seca en gramos.

vol. de muestra es el volumen de muestra filtrado en unidades de mL.

Evaluación de los parámetros de validación

A continuación, se establecen los parámetros

que se deben tener en cuenta en la validación del método gravimétrico para la determinación de sólidos suspendidos totales en agua natural y agua residual.

Límite de detección del método.

Se evaluó analizando 7 réplicas de una solución de caolín de 10 mg de caolín por litro (10 mg de caolín/L) y se procedió a determinar la desviación estándar (s) de los resultados al igual que el promedio. El límite de detección del método de calculó multiplicando la desviación estándar de los resultados obtenidos de las siete réplicas de la solución de caolín de 10 mg de caolín por litro por 3,14 y dicho resultado se sumó con el promedio de los resultados de las siete réplicas. Intervalo de trabajo.

Se estableció según las muestras típicas, y los ensayos de exactitud. Se tomó como intervalo de trabajo el rango de concentraciones desde el límite de detección del método hasta la concentración del estándar más alto evaluado que fue la solución de caolín de 2000 mg de caolín por litro.

Exactitud. Este parámetro se evaluó como porcentaje de error para lo cual se realizan 21 determinaciones por tres días sobre tres niveles de concentración del analito (50 mg de caolín/L; 1000 mg de caolín/L; 2000 mg de caolín/L) 7 por día cubriendo todo el intervalo de trabajo. El porcentaje de error fue calculado para cada ensayo y un porcentaje de error promedio para cada uno de los niveles de concentración.

Precisión. Se evaluó como repetibilidad y reproducibilidad a tres niveles de concentración cubriendo el intervalo de trabajo.

Repetibilidad: Se evaluó haciendo mediciones sobre 7 soluciones estándar a concentraciones de (50, 1000 y 2000) mg de caolín/L, a las cuales se les aplicó el procedimiento analítico bajo las mismas condiciones operativas (analista, equipo, reactivos y día).

Reproducibilidad: Se evaluó haciendo 7 determinaciones sobre tres niveles de concentración del analito (50, 1000 y 2000) mg de caolín/L en tres días diferentes y por dos analistas diferentes.

La repetibilidad y reproducibilidad se determinó como porcentaje de coeficientes de variación.^[4]

Rechazo de datos

Para verificar que en una serie de datos, alguno o algunos de los valores no difieran del resto de forma inexplicable (errores crasos) se aplica el contraste de Grubbs (formalmente simbolizado por una G, aunque a veces se emplea una T). Se ordenan los datos de menor a mayor y por definición los valores sospechosos serán el valor mínimo y el valor máximo, para los cuales se aplica la fórmula. Se acepta la hipótesis nula si el t calculado es menor que el valor crítico para una probabilidad de 0,05 (nivel de confianza del 95%) y n mediciones (valores de la distribución t para calcular LC 95 %, gl); de lo contrario el dato debe ser rechazado.

Resultados y discusión

Rechazo de datos.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos del análisis estadístico de rechazo de datos. Los datos obtenidos generaron algunos datos anómalos, por lo cual fue necesario su rechazo. Este criterio fue aplicado para verificar que en esta serie de datos, alguno o algunos de los valores no difirieran del resto de forma inexplicable para ello se aplicó el contraste de Grubbs. Se aceptó la hipótesis nula para la mayor parte de los resultados

(Hipótesis nula H0: todas las medidas proceden de la misma población) al

presentarse que el contraste de Grubbs (T) calculado para T bajo y T alto en todos los ensayos son menores al T de rechazo con nivel de confianza del 95 %. Con los resultados que no difieren del resto de forma inexplicable, se calcularon las variables estadísticas necesarias establecidas para la validación del método.

Tabla 1. Análisis de rechazo de datos

ENSAYO*	LDM	MUESTRAS		ESTÁNDAR		
		AN	AR	Eb	Em	Ea
T rechazo	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Valor mínimo	9,70	137,00	108,00	45,17	904,00	1811,33
Valor máximo	10,60	202,33	132,00	53,25	1004,67	2018,00
T bajo	1,68	2,07	1,42	1,96	0,89	1,95
T alto	1,63	1,02	1,59	1,19	2,00	1,18
Nº total de datos	21	21	21	21	21	21
Nº total de datos OK	21	19	21	19	20	20

LDM: Límite de detección del método; AN: Agua natural; AR: Agua Residual; Eb: Estándar bajo; Em: Estándar medio; Ea: Estándar alto.
(Fuente: Autores del artículo)
Precisión.

Tabla 2. Repetibilidad y reproducibilidad

mg de caolín/L	REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD ENTRE DÍAS	REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS
	Día 1	Día 2	Día 3		
50	46,74	47,79	48,37	47,63	47,22
%CV	0,82	2,25	2,33	2,47	2,42
mg de caolín/L	REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD ENTRE DÍAS	REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS
	Día 1	Día 2	Día 3		
1000	946,00	957,52	974,28	957,09	948,29
%CV	1,83	2,39	0,69	2,26	2,26
mg de caolín/L	REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD ENTRE DÍAS	REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS
	Día 1	Día 2	Día 3		
2000	1937,50	1890,10	1934,43	1908,80	1905,33
%CV	0,94	3,66	1,31	2,60	2,34
mg de caolín/L	REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD ENTRE DÍAS	REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS
	Día 1	Día 2	Día 3		
Agua natural	179,31	165,39	174,47	173,06	No aplica
%CV	1,85	3,20	1,37	4,02	No aplica
mg de caolín/L	REPETIBILIDAD			REPRODUCIBILIDAD ENTRE DÍAS	REPRODUCIBILIDAD ENTRE ANALISTAS
	Día 1	Día 2	Día 3		
Agua residual	123,10	117,17	114,76	118,34	No aplica
%CV	4,05	7,55	4,06	6,00	No aplica

(Fuente: Autores del artículo)

Los valores obtenidos del porcentaje de

coeficiente de variación %CV son menores al 10 %, el cual es el valor máximo aceptado por el control de calidad analítico del laboratorio al igual que lo establecido por el IDEAM. Por lo tanto vemos que se cumple con las especificaciones establecidas.

Exactitud

La exactitud fue evaluada como porcentaje de error aplicado a diferentes niveles concentración de estándares, los resultados de los porcentajes de errores para los diferentes niveles de concentración se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. % de error de estándares de 50, 1000 y 2000 mg de caolín/L

mg de caolín/L	% de error
50,00	4,73
1000,00	4,29
2000,00	4,56

(Fuente: Autores del artículo)

Los porcentajes de error son menores al 10 %, valor aceptado por lo establecido en el control de calidad analítico del laboratorio y por el IDEAM.

Límite de detección e intervalo de trabajo.

Con el promedio y la desviación estándar de los resultados obtenidos de las 7 réplicas de la solución con concentración de 10 mg de caolín/L, se determinó el límite de detección del método, obteniendo como resultado el valor de 11,01 mg de caolín/L. Para esta concentración, se obtuvo un porcentaje de error del 1,57% y un porcentaje de coeficiente de variación del 2,70%, los cuales son menores al 10%, y de esta manera se demostró el cumplimiento de lo establecido en el control de calidad analítico del laboratorio y lo establecido por el IDEAM. De lo anterior, se definió el intervalo de trabajo en el rango de concentraciones de 11,01 y 2000 mg de caolín/L, por el hecho de obtener en dicho intervalo buena exactitud y precisión.

Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo comprobar como intervalo de trabajo el rango de concentraciones de (11,01 - 2000) mg SST/L, asimismo, se determinó que el límite de detección del método fue de 11,01 mg SST/L, la precisión

del método fue evaluada como repetibilidad y reproducibilidad, expresado como porcentaje de coeficiente de variación presentando valores que se encuentran dentro de los por el control de calidad analítico del laboratorio y por el IDEAM que establecen que debe ser menor <10 %, además, la exactitud del método, expresada como porcentaje de error fue <10%, valor que se encuentra dentro de los límites permitidos por el IDEAM y el control de calidad analítico del laboratorio. Por ultimo teniendo en cuenta que este trabajo se hizo en el laboratorio de investigación y calidad ambiental, se puede decir que este cumple los requerimientos de calidad analítica para determinar sólidos suspendidos totales en aguas naturales y residuales, alcanzando así uno de los requisitos exigidos por la ISO/ IEC/17025

Referencias

- [1] J. Veltran, J. Rangel. Modelación dinámica de los sólidos suspendidos totales en el humedal Jaboque, Bogotá (Colombia). Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2012.
- [2] M. Caiza. Validación del método gravimétrico para la determinación de sólidos suspendidos totales en agua del río y de industrias del distrito metropolitano de Quito. Escuela politecnica nacional, Quito. 2018.
- [3] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23 ed., Washington, DC 2017.
- [4] Control de calidad analítica código LICAM – PTA – 001, Laboratorio de investigación y Calidad Ambiental CCIT Sena.

COMPARACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE OPENSTACK, OPENNEBULA Y CLOUDSTACK PARA HPC: ESTADO DEL ARTE

Ing. Mario Germán Castillo Ramírez, SENA, Centro de Electricidad y Automatización Industrial, Colombia, mgcastillor@sena.edu.co
Ing. Oscar Eduardo Castillo Ortiz, SENA, Centro de Electricidad y Automatización Industrial, Colombia, ocastillo@sena.edu.co

COMPARISON OF THE COMPUTATION PLATFORMS IN THE OPENSTACK, OPENNEBULA AND CLOUDSTACK CLOUDS FOR HPC: STATE OF THE ART

Resumen

En este artículo nuestro objetivo es comparar los artículos que realizan la evaluación de desempeño de la plataforma de computación en la nube (CC) OpenStack, OpenNebula y CloudStack. Las tres plataformas son software de código abierto (Open Source) para el despliegue de nubes privadas y públicas, pero difieren en su arquitectura de construcción y el método de despliegue de la solución. En el artículo se presenta la comparativa entre las tres plataformas de CC, revisando su arquitectura, sus elementos funcionales más importantes, se identifican las medidas de desempeño típicamente utilizadas en la ejecución de problemas computacionales complejos (HPC) y se contrastan los resultados que obtuvieron otros autores en las pruebas técnicas de rendimiento en HPC. Al final del artículo se evidencia como las plataformas de computación en la nube agregan una sobrecarga a la ejecución de HPC, pero acorde con el problema computacional a resolver dicha sobrecarga resulta manejable y se presenta como una alternativa favorable en relación con tener una infraestructura en local (on-premise).

Palabras clave: Cloud Computing, Hypervisor, High performance computing, OpenStack, OpenNebula.

ABSTRACT

In this article, our objective is to compare the articles that perform the performance evaluation of the OpenStack, OpenNebula and CloudStack cloud computing (CC)

platforms. These platforms are Open Source software that allow deploying private and public clouds, but they differ in their construction architecture and the solution deployment method. This article presents the comparison between the three CC platforms, considering their architecture, the most important functional elements, and also we identify the performance metrics typically used in the execution of complex computational problems (HPC). Then, we contrast with the results obtained by other authors in the technical performance test in HPC. At the end of the article, it is evident how cloud computing platforms add an overhead to the execution of HPC, but following the computational problem to solve this overload, it is possible, and we present it as a favorable alternative concerning having a local infrastructure (on-premise).

Keywords: Cloud Computing, Hypervisor, High performance computing, OpenStack, OpenNebula.

1. Introducción

El origen de la computación en la nube (CC) no es un tema nuevo, en los 70's se pensaba en cómo utilizar los equipos de cómputo por varias personas, esto muy influenciado por los grandes espacios requeridos y el costo elevado de los computadores (Bolthouse, 1996); en esos días se utilizaban las denominadas terminales brutas o gregarias; estas terminales brutas eran simples pantallas con ratón y teclado, la cuales solo tenían la posibilidad de recibir o transmitir datos a una computadora remota, estas terminales ejecutaban sus aplicaciones con

el procesamiento del lado del equipo centralizado. Después de esto se inició con los procesos de virtualización, inicialmente pensado en virtualización de software. La virtualización se basa en la coexistencia del sistema operativo anfitrión (host) y el sistema operativo invitado (guest), se identifican en la actualidad principalmente dos enfoques de virtualización, paravirtualización y la virtualización completa (Jaikar, Shah, Bae, & Noh, 2016). La virtualización completa se basa en que ambos, el hipervisor nativo y el hosteado, proporcionan hardware virtual para el sistema operativo invitado. El invitado tiene la impresión de que opera en un hardware físico real.

La paravirtualización se basa en un hipervisor nativo que opera directamente en el hardware y proporcionan sistemas operativos invitados y máquinas virtuales (Grzonka, 2015). La capa que funciona como una herramienta de monitoreo entre el sistema operativo host y el sistema operativo invitado es el llamado Hipervisor. Dentro de los hipervisores más populares encontramos: Xen, KVM, VirtualBox, Vmware ESX, Microsoft Hyper-V, Oracle (Che, Shi, Yu, & Lin, 2010; Regola & Ducom, 2010).

El enlace de la virtualización con sistemas distribuidos y el concepto de servicios resulta en una nueva idea llamada Computación en la nube (Kamboj & Arya, 2014). La definición adoptada para CC que se dio por el NIST (National Institute of Standards and Technology), (Mell, Grance, & others, 2011) indica "La computación en la nube es un modelo tecnológico que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables compartidos (por ejemplo: redes, servidores, equipos de almacenamiento, aplicaciones y servicios), que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo de gestión reducido o interacción mínima con el proveedor del servicio".

El CC, se divide según el modelo de despliegue en cuatro clasificaciones (Mell et al., 2011):

Nubes privadas se encuentran localizados dentro del dominio empresarial.

Nubes públicas, recursos arrendados por grandes empresas, los servicios ofrecidos son externos a

la empresa, de los cuales los más conocidos son Salesforce, EC2 Amazon, Google Cloud, Digital Ocean.

Nubes híbridas corresponden a la interacción entre las nubes privadas y nubes públicas, generalmente las empresas utilizan las nubes públicas como respaldo de sus nubes privadas o por eventos de muchas demandas de los servicios, por ejemplo, cierres financieros, temporada de navidad, etc.

Cloud comunitarias, estas últimas son implementadas para el uso de comunidades científicas o investigadores, generalmente comparten tareas.

La CC surge como una solución frente a la necesidad de contar con una infraestructura escalable, elástica y actualizable de los entornos empresariales y académicos, cuyo principal temor relacionado con la confidencialidad y seguridad de la información se viene ajustando y mejorando con los acuerdos de nivel de servicio (Service Level Agreement). La pregunta que se intenta resolver en el estado del arte planteado es reconocer las características funcionales de las plataformas de computación en la nube y las ventajas y desventajas de su utilización en el despliegue de aplicaciones que demandan alto nivel computacional.

Teniendo esto en mente, nuestro artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se describe la metodología de los siete pasos utilizadas en el artículo. En la sección 3 se muestran los antecedentes y trabajos relacionados con las plataformas de CC, se describe las CC de código abierto Openstack, OpenNebula y CloudStack mencionando sus elementos funcionales más importantes y se termina la sección 3 identificando las medidas de desempeño típicamente utilizadas en computación de alto rendimiento y aplicaciones científicas y las unidades de medidas utilizadas, en la sección 4 se muestra la comparación de plataformas de computación en la nube en la ejecución de HPC.

Métodos o Diseño Metodológico

En el presente artículo de revisión se utilizó la metodología de los siete pasos (Green,

Johnson, & Adams, 2006) el cual consiste en:

Paso 1: Exploración de ideas y temas: Se definieron las ideas y temas utilizados en infraestructura de red en la ejecución de HPC.

Paso 2: Inicio de la búsqueda: Se definen palabras claves de búsqueda, ecuaciones de búsqueda, principales autores y bases de datos a consultar.
Paso 3: Almacenamiento y organización de la información: Se utiliza un gestor de referencias bibliográficas y se clasifican los artículos.

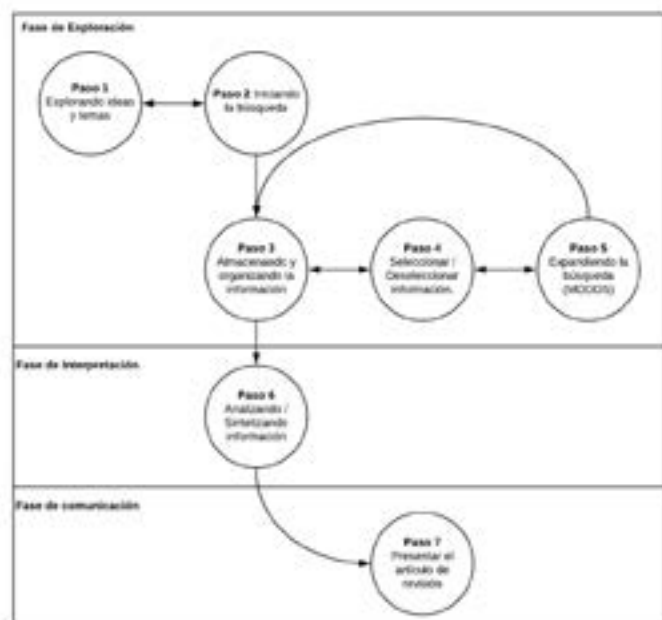
Paso 4: Seleccionar / Deseleccionar información: Se realiza una selección de los artículos **más citados en otros trabajos y con datos más relevantes para nuestro objeto de estudio.**

Paso 5: Ampliar la búsqueda para incluir uno o más MODOS (medios, observaciones, documentos, expertos, datos secundarios): Acorde con los documentos encontrados se definen nuevas palabras claves y otros autores mencionados en los artículos.

Paso 6: Analizar y sintetizar información: Generar unas tablas de comparación de los artículos encontrados y un resumen de la información más relevante para nuestro objeto de estudio.

Paso 7: Presentar el artículo de revisión. Estos siete pasos son multidimensionales, interactivos, emergentes, iterativos, dinámicos, holísticos y sinérgicos.

Figura 1. Metodología de los siete pasos



Antecedentes y trabajos relacionados

3.1 Computación en la nube

Las organizaciones no son ajenas a los beneficios que traen el adoptar tecnologías de nube, máxime cuando los costos asociados a implementar y mantener un centro de datos (data center) en una empresa son considerables (Feller, Rohr, Margery, & Morin, 2012). Acorde a lo que menciona (Armbrust et al., 2010), el *cloud* permite un ahorro en infraestructura, se eliminan los costos relacionados con la refrigeración y el mantenimiento, mejora la utilización de recursos, espacios de almacenamiento de los equipos, habilidad para adaptarse a las necesidades de los usuarios finales, aumento de la seguridad y la alta flexibilidad en el diseño del sistema. CC permite el despliegue de servicios por demanda ajustándose a las necesidades del usuario, es decir los sistemas *cloud* son elásticos. Los servicios obtenidos de CC se pueden dividir en tres (Dillon, Wu, & Chang, 2010; Vecchiola, Pandey, & Buyya, 2009):

Infraestructura como servicio (IaaS)
Plataforma como servicio (PaaS)
Software como servicios (SaaS)

En IaaS los clientes utilizan directamente la infraestructura TI (Procesamiento, almacenamiento, red, y otros recursos computacionales), la virtualización es muy utilizada en IaaS.

PaaS es una plataforma que brinda a los programadores entre otros: sistemas operativos, un entorno de despliegue de lenguajes de programación, bases de datos y servidores web. Entre estos encontramos a Microsoft Azure, Google App Engine (Buyya, Yeo, Venugopal, Broberg, & Brandic, 2009).

SaaS Los clientes acceden a sus aplicaciones hospedadas, a sus bases de datos. Los clientes no tienen control sobre la infraestructura *cloud*, algunas veces llaman a SaaS, "software por demanda" o "pague por uso" dentro de una suscripción (Dillon et al., 2010).

Dentro de los beneficios más destacados de CC encontramos (Armbrust et al., 2010; Younge et

al., 2011):

Disposición de recursos ilimitados disponibles por demanda, estos recursos son los suficientemente rápidos para satisfacer las sobrecargas en tiempos críticos de la organización.

No tener un compromiso económico muy grande de manera inicial, las empresas pueden iniciar con pocos recursos y aumentar solo cuando lo necesite.

Pagar solo por lo que se necesite en el corto plazo, (procesadores por hora, almacenamiento por día) y liberarlos cuando sea necesario.

Segun estadísticas en estos últimos 3 años el crecimiento de cloud tiene un aumento cercano al 21.5 % y se cree que para el 2017 la venta de servicios de infraestructura cloud alcance los 122.5 billones de dólares (Buyya et al., 2009).

El paradigma de servicio que presta las plataformas de nube es modular, donde todas tienen algo en común y es un frontend que realiza toda la administración y en el backend están separados los diferentes componentes que dar prestaciones a las instancias y máquinas virtuales tales como almacenamiento, cómputo y red.

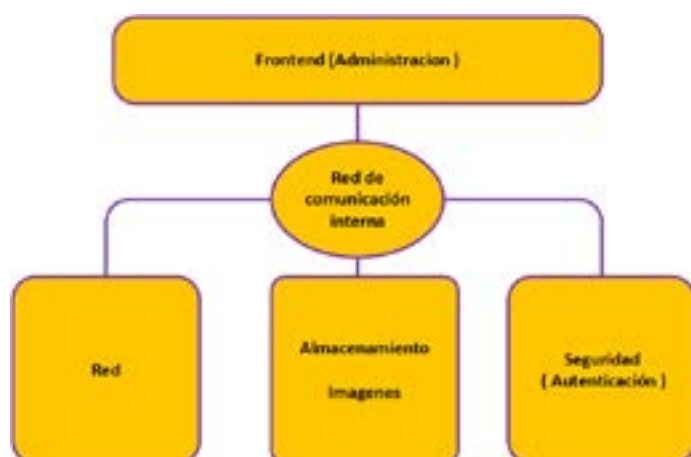


Figura 2. Arquitectura general de nubes

3. Plataformas de Computación en la nube de Código abierto

3.1.1 OpenStack

Algunos lo definen como un sistema operativo *cloud* para el despliegue de nubes públicas y privadas, otros como un software que proporciona infraestructura como servicio y proporciona una alternativa significativa para las organizaciones que no desean ir a proveedores públicos de CC (Kamboj & Arya, 2014; Yamato, 2016).

OpenStack es Open Source y se distribuye bajo la licencia de apache, esta posee herramientas que le permiten crear y administrar nubes públicas, privadas e híbridas (Affetti, Bresciani, & Guinea, 2015; Grzonka, 2015).

OpenStack se construyó de manera modular y consiste en muchos servicios trabajando juntos mediante APIs (Litvinski & Gherbi, 2013). Destacamos algunos de sus módulos, de los cuales no todos son obligatorios (Yamato, 2016): Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone, Neutron, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove, Sahara, Ironic, Zaqar, Manila, Designate, Barbican (Openstack.org, 2017).

Los componentes fundamentales y obligatorios para el aprovisionamiento de OpenStack son (Jain, Datt, Goel, & Gupta, 2016):

Computo (Servicio Nova): Modulo que gestiona, administra y aprovisiona máquinas virtuales.

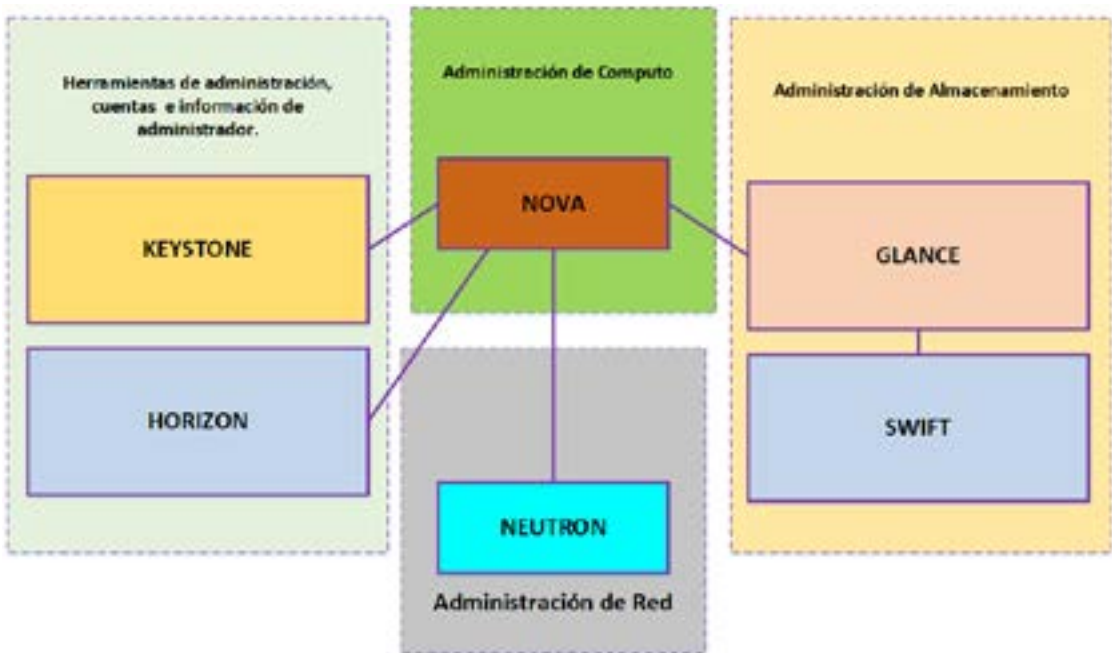
Object Store (Servicio Swift): modulo para la creación y administración del sistema de almacenamiento de objetos.

Image Service (Servicio Glance): Modulo que proporciona servicios para la carga y descubrimiento de imágenes de máquinas virtuales.

Nova es el controlador de computación de la nube OpenStack. Todas las actividades necesarias para soportar el ciclo de vida de las instancias dentro de la nube OpenStack son manejadas por Nova (Bist, Wariya, & Agarwal, 2013). Swift proporciona un almacén de objetos virtuales distribuido y coherente para OpenStack. Es similar a al sistema de almacenamiento simple S3 de Amazon Web Services. Swift es capaz de almacenar billones de objetos distribuidos a través de nodos. El módulo Glance tiene la función de proporcionar el servicio imágenes. Los componentes del

servicio de imágenes Glance de Openstack son Glance-control y Glance-registry. Horizon es la Dashboard oficial de OpenStack. Esta es basada en un módulo de Django, django-openstack. Keystone es el servicio de identidad de *cloud* escrito en python.

puede informar de algún contratiempo. Storage: Tiene como propósito presentar los volúmenes de almacenamiento de los hosts administrados portándose como pasarela para el intercambio de datos entre las máquinas virtuales (instancias) y sus volúmenes lógicos.



Network: Es el controlador encargado de la creación y administración de las redes virtuales tanto internas como externas.

Virtualization: Es la capa de hipervisor, es el encargado de crear las máquinas virtuales para las instancias en la nube.

Figura 3. Arquitectura de Openstack

3.1.2 OpenNebula

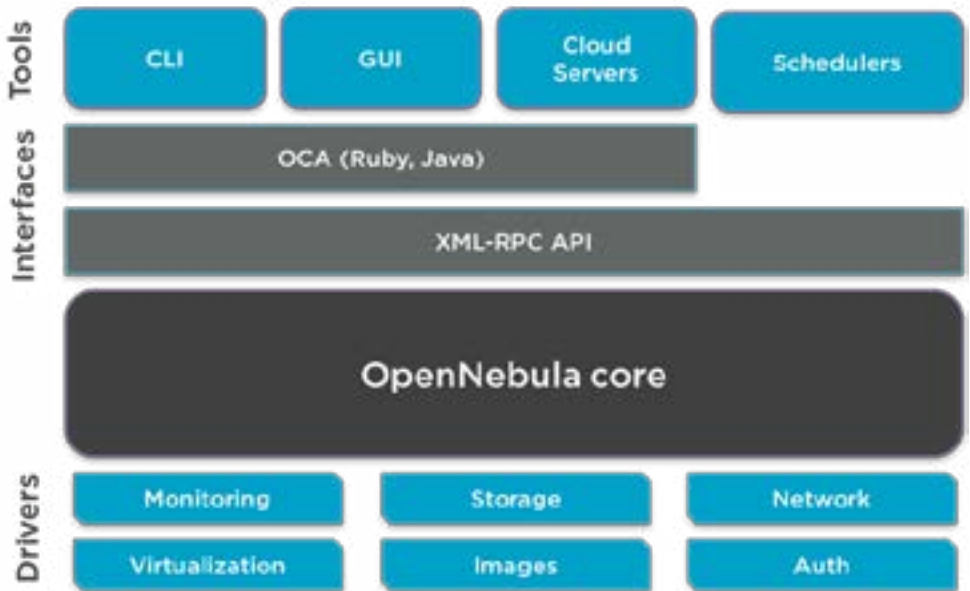
OpenNebula es un software de código abierto que crea y administra nubes privadas y públicas. Es compatible con todos los Hipervisores y sistemas operativos más comunes. (Sasko Ristov and Marjan Gusev, 2013)

Images: Es el espacio donde se almacenan y se hacen los llamados de imágenes de los sistemas operativos nube para la creación de las instancias.

Auth: Es el encargado de la autenticación hacia el sistema propio de OpenNebula y hacia las instancias para aislar la administración y configuración

Este software funciona con un frontend desarrollado en Ruby, java que permite la administración completa de las nubes privadas y públicas. Partiendo del core de OpenNebula quien es el eje central de la plataforma se apoya en Drivers Figura 3 para el despliegue y la consecución de la administración *cloud*, estos drivers se pueden identificar como:

Figura 4. Organización modular de componentes OpenNebula. (OpenNebula, 2019)



Monitoring: Es el encargado del monitoreo de salud de todo el entorno OpenNebula con el fin de determinar el estado de cada componente con esto se tiene trazabilidad en tiempo real y se

OpenNebula funciona como un entorno global para la administración de nubes privadas y públicas, permitiendo la interoperabilidad entre diferentes entornos de virtualización como VMware, KVM y contenedores LXD todo esto a través de una consola.

A nivel de Networking OpenNebula tiene una red de servicio y una red de máquinas virtuales, la red de servicio es la encargada de la comunicación entre el frontend y el backend para el storage donde se ubican los datastores y los hosts que albergan las máquinas virtuales quienes tienen sus redes virtuales internas para la comunicación de estas.

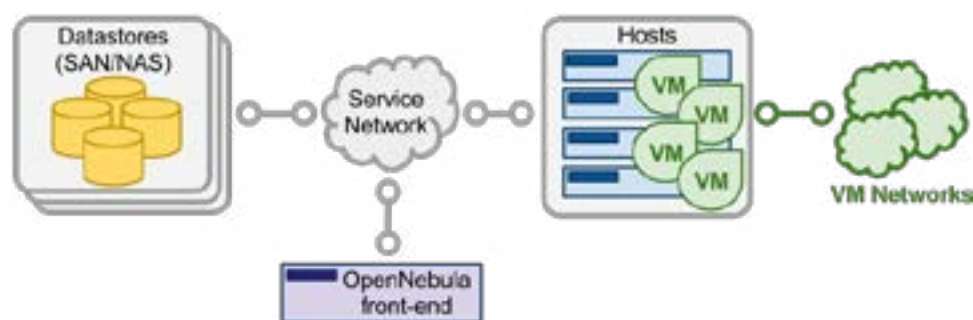


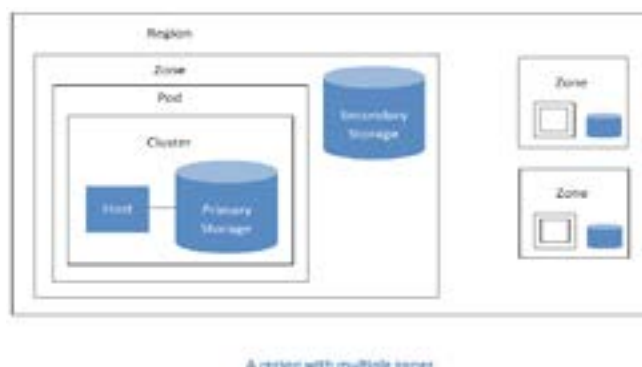
Figura 5. Arquitectura OpenNebula. (OpenNebula, 2019)

3.1.3 CLOUDSTACK

CloudStack (cloudstack.apache.org, 2017) es una plataforma de código abierto, escrita en java, diseñada para el desarrollo y gestión de la Infraestructura como servicio en *cloud*. Se agregan los recursos de computación para construir nubes privadas, públicas o híbridas. CloudStack reúne el "Stack" de las características solicitadas por las empresas y los usuarios, como orquestación del centro de datos, gestión y administración de usuarios y NaaS (Red como servicio).

En CloudStack (Barkat, dos Santos, & Ikken, 2015), los recursos físicos se organizan y administran en una estructura jerárquica. El nivel más bajo contiene los dispositivos computacionales, por ejemplo, los hosts y el almacenamiento. Los diferentes hosts que acceden a recursos de almacenamiento compartido forman un clúster. Los clústeres coordinados por un *switch* de capa 2 forman un pod. Los Pods se agrupan junto con el almacenamiento secundario mediante un *switch* de capa 3 para formar una zona.

En el nivel más alto, las zonas son agrupadas para crear una región. Todos estos recursos son gestionados por un servidor de administración.



A region with multiple zones

Figura 6 Arquitectura de una región con múltiples zonas. (CloudStack, 2019).

3.2 Medidas de desempeño para Computación de alto Rendimiento.

3.2.1 Tipos de métricas para medir el desempeño

Para determinar el rendimiento de un conjunto de computadores para procesamiento de computación de alto rendimiento (HPC) es necesario evaluar varios aspectos que afectan su desempeño general, y que son contemplados en los modelos teóricos de desempeño más difundidos (Nesmachnow & Salsano, 2007):

Capacidad de cálculo del procesador, especialmente al realizar operaciones que involucren aritmética de punto flotante.

Velocidad de las operaciones de acceso a memoria principal y caches, evaluando el ancho de banda efectivo de cada acceso.

Eficiencia del sistema de acceso a memoria secundaria (disco), evaluando el ancho de banda del acceso a disco para diferentes patrones de lectura y escritura.

Velocidad del sistema de interconexión, evaluando el ancho de banda y la latencia de la red de comunicaciones.

En la tabla 1 se presentan las medidas de desempeño típicamente utilizadas en computación de alto rendimiento y aplicaciones científicas y las unidades

típicas de medidas utilizadas.

Tabla 1

Medidas de desempeño	Descripción	Unidades de desempeño
High-Performance LINPACK (HPL)	Evalúa el desempeño en el cálculo de sistemas de ecuaciones lineales de alta densidad. Este valor es el que se suele emplear al hacer comparaciones entre diversos equipos.	MFLOPS
Double-precision, General Matrix-Multiply (DGEMM)	Utiliza la rutina homónima de la biblioteca BLAS, que lleva a cabo una multiplicación de matrices en aritmética de punto flotante de doble precisión.	MFLOPS
FFT	Realiza mediciones de desempeño al realizar transformada rápida de Fourier "FFT" y transformada rápida inversa de Fourier "iFFT" en arreglo 1D (una dimensión).	GFLOPS
STREAM	Está diseñado para medir el ancho de banda de memoria sustentable y la correspondiente tasa de computación de un simple vector Kernel.	GB/s
Parallel matrix transpose (PTRANS)	Evalúa el desempeño en la transmisión de comunicaciones a gran escala de la red por PTR (punto de terminación de red). PTRANS permite determinar la capacidad de la red de interconexión, y es un programa muy útil para evaluar el impacto de las comunicaciones de grandes volúmenes de datos en la resolución de problemas reales.	GB/s
Ancho de Banda y Latencia	Mide un numero de patrones de comunicaciones simultaneas. Son basadas en Benchmark b_eff_io (effective I/O bandwidth benchmark), incluyen ping-pong, anillo ordenado y anillo ordenado aleatoriamente, entre otros.	GB/s y latencia por segundo
Random Access	Benchmark que evalúa la velocidad con que el sistema es capaz de actualizar valores almacenados en direcciones de memoria seudo aleatorias. Dado un vector de tamaño fijo.	GUPS

Comparación de plataformas de computación en la nube en la ejecución de HPC

El incremento en el tamaño de la supercomputación trajo nuevos cambios a la administración de la computación de alto rendimiento, en esta, es urgente resolver problemas como son: El balanceo de la carga, el aseguramiento de QoS, la asignación de recursos, la programación de tareas, la administración de fallas. CC por sus características de elasticidad y flexibilidad trae consigo nuevas oportunidades para el despliegue de aplicaciones de alto desempeño. Muchas instituciones de investigación usan plataformas CC de código abierto y construyen su propio ambiente HPC, específicamente con el despliegue de *clouds* científicos y clústeres virtualizados (Jaikar et al., 2016). A pesar de que las plataformas de CC son pensadas como un modelo de infraestructura como servicio, para liberar a las empresas

de toda la infraestructura de red, las características intrínsecas a CC como la elasticidad, permite que puede pensarse para para entornos científicos e investigativos.

En el artículo de (Vogel, Griebler, Maron, Schepke, & Fernandes, 2016) se realiza una taxonomía de la flexibilidad de evaluación de las plataformas *cloud* OpenNebula, OpenStack y CloudStack, divididas en siete capas: Servicios básicos, soporte, servicios de valor agregado, control, administración, seguridad y abstracción de recursos. Además, extienden el análisis para cubrir la resiliencia. En este artículo también se realizaron pruebas de rendimiento utilizando los Benchmark: Linpack para medir esfuerzo de CPU, Stream para medir ancho de banda de memoria, IOzone para medir operaciones de lectura y escritura en el disco, IPerf para medir el ancho de banda de red. Estas pruebas en las tres plataformas y las conclusiones más importantes dan cuenta que las cargas de trabajo que se ejecutan en las instancias de OpenStack fueron las más estables cuando se comparan con las otras instancias *cloud* (OpenNebula y CloudStack). Además, en casi todos los casos, al menos una implementación *cloud* presentó resultados cercanos a los nativos. Se noto una pequeña sobrecarga de virtualización.

El artículo de (Li, Xie, & Zhang, 2013) se realiza una comparación de los niveles de desempeño entre tres plataformas Open Source con Nimbus, OpenNebula, Openstack y una plataforma nativa. El proyecto se realiza en FutureGrid. El articulo utiliza HPCC como Benchmark, para el estudio se incluyen siete diferentes estándares HPL, DGEMM, STREAM, PTRANS, Random Access, FFT, Ancho de banda de comunicación y Latencia. Openstack muestra ser la plataforma *cloud* con mejor desempeño para HPC. Es importante recordar que la virtualización en

conjunto con el hipervisor utilizado es fundamental en el despliegue de plataformas de CC, en (Younge et al., 2011) se comparan tecnologías de hipervisores y se encontró que KVM es el hipervisor con mejor desempeño para tareas de HPC, muestra de esto es el desarrollo de proyectos que pretenden mejorar la latencia generada por los hipervisores y en (China Venkanna Varma, Valli Kumari, & Viswanadha Raju, 2019) se ha implementado un pequeño módulo denominado paquete TCP ACK avanzado (iTAP) que reside en la red virtual tipo bridge y ejecuta TCP ACK avanzado favoreciendo las máquinas virtuales. iTAP escucha todos los paquetes (entrantes y salientes) para mantener un estado y enviar ACK anticipados para todos los paquetes en orden. Esto permite el 12% de mejora de rendimiento para red y almacenamiento respectivamente.

En el despliegue de máquinas virtuales, conocidas como instancias en plataformas de CC, se asignan recursos de CPU, disco duro, memoria RAM. Existe una clasificación de tipos de instancias según la asignación de recursos, a este tipo de instancias se conoce como sabores (flavor), el sabor m1.tiny asigna una CPU virtual, 1GB de disco duro y 512MB de memoria RAM, el sabor m1.medium asigna dos CPU virtuales, 40GB de disco duro y 4096MB de memoria RAM y el sabor m1.xlarge asigna ocho CPU virtuales, 160GB de disco duro y 16384MB de memoria RAM, entre estos sabores se tiene valores intermedios que aumentan proporcionalmente CPU virtuales, capacidades de disco duro y memoria RAM, es de aclarar que se pueden crear sabores personalizados y ajustar los parámetros acorde con las necesidades. Utilizando diferentes tipos de sabores el artículo de (Grzonka, 2015) realiza la evaluación de desempeño de OpenStack, se muestra entonces tres características relevantes en el despliegue de OpenStack:

Análisis en profundidad de los recursos útiles CPU y memoria con carga completa y sin carga: en este se observa como al aumentar el número de instancias se incrementa la carga de CPU en un 2 %, mientras el consumo de memoria RAM es constante, pero está en un 97,1 % de su consumo.

La medida de desempeño en la ejecución

de tareas dependiendo de los recursos de virtualización seleccionados para OpenStack: los resultados arrojaron una sorpresa puesto el flavor m1. medium tuvo el mejor rendimiento para tareas de un hilo. El experimento muestra que el aumento de los recursos virtuales disponibles puede reducir el rendimiento.

La evaluación de la eficacia de las tecnologías aplicadas: las velocidades más altas se obtuvieron en los casos en que el número de VCPU es igual al número de subprocesos, sin embargo, al comparar otros resultados, la aceleración a menudo no resulta en una ejecución más rápida de la tarea.

Discusión y conclusiones

Es importante destacar que las plataformas de CC como OpenStack son débilmente acopladas y fueron diseñadas para cumplir con las demandas dentro de los modelos de negocio empresariales (Armbrust et al., 2010), sin embargo, su amplia utilización y su fácil aprovisionamiento ha generado interés dentro de la comunidad de investigación en su aplicación para ambientes académicos y científicos. No se debe desconocer, sin embargo, como en algunas investigaciones, entre las que se destaca la de (Gentzsch & Yenier, 2016), se muestra que el trabajo con máquinas virtuales presenta una sobrecarga considerable generada por los hipervisores. A partir de la revisión presentada se plantean varios retos referentes a la evaluación del desempeño de las plataformas *cloud* para el despliegue de aplicaciones científicas y de alto desempeño. Nuestro trabajo futuro consiste en la evaluación del desempeño de Openstack y OpenNebula para el despliegue de aplicaciones científicas y de alto rendimiento.

Del estudio del estado del arte en (Barkat et al., 2015; Bist et al., 2013; Li et al., 2013; Wen, Gu, Li, Gao, & Zhang, 2012) se pondera a OpenStack como la plataforma con mejor desempeño, además se presenta como el motor de innovación utilizado por el 50 % de las empresas de la Fortune 100 de Estados Unidos, es soportado por 660 empresas, tiene inscritas 73869 personas y está presente en 185 países. Acorde a como se menciona (Chilipirea et al., 2016) cabe destacar que OpenStack presenta gran interés en

Asia, Estados Unidos y Europa. En contraste, CloudStack es principalmente popular en Asia y EE. UU. Mientras que OpenNebula es más popular en Alemania, seguido de EE. UU. La popularidad de OpenNebula en Europa, especialmente en Alemania, también está motivada por la gran cantidad de becas de investigación que promueven.

Nuestro próximo trabajo de investigación consiste en utilizar OpenStack en la ejecución de una red de entrenamiento neuronal, teniendo en cuenta su buen desempeño en uso de CPU y memoria RAM mostrado en algunos artículos, esta red neuronal será contrastada en función de su desempeño con tecnologías de contenedores.

Referencias Bibliográficas

SECCIÓN O CAPÍTULO DE UN LIBRO

Che, J., Shi, C., Yu, Y., & Lin, W. (2010). A synthetical performance evaluation of openvz, xen and kvm. In Services Computing Conference (APSCC), 2010 IEEE Asia-Pacific (pp. 587–594).

Chilipirea, C., Laurentiu, G., Popescu, M., Radoveneanu, S., Cernov, V., & Dobre, C. (2016). A Comparison of Private Cloud Systems. In 2016 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA) (pp. 139–143). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2016.23>

China Venkanna Varma, P., Valli Kumari, V., & Viswanadha Raju, S. (2019). Performance Optimization of Hypervisor's Network Bridge by Reducing Latency in Virtual Layers (pp. 305–311). https://doi.org/10.1007/978-981-13-1882-5_27

Gentzsch, W., & Yenier, B. (2016). Novel {Software} {Containers} for {Engineering} and {Scientific} {Simulations} in the {Cloud}: International Journal of Grid and High Performance Computing, 8(1), 38–49. <https://doi.org/10.4018/IJGHP.2016010103>

Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. Journal of Chiropractic Medicine, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)

Jaikar, A., Shah, S. A. R., Bae, S.,

& Noh, S.-Y. (2016). Performance {Evaluation} of {Scientific} {Workflow} on {OpenStack} and {OpenVZ}. In Y. Zhang, L. Peng, & C.-H. Youn (Eds.), Cloud {Computing} (Vol. 167, pp. 126–135). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38904-2_13

Jain, P., Datt, A., Goel, A., & Gupta, S. C. (2016). Cloud service orchestration based architecture of {OpenStack} {Nova} and {Swift} (pp. 2453–2459). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2016.7732425>

Li, C., Xie, J., & Zhang, X. (2013). Performance {Evaluation} {Based} on {Open} {Source} {Cloud} {Platforms} for {High} {Performance} {Computing} (pp. 90–94). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICINIS.2013.30>

Regola, N., & Ducom, J.-C. (2010). Recommendations for {Virtualization} {Technologies} in {High} {Performance} {Computing} (pp. 409–416). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2010.71>

ARTÍCULO EN REVISTA CIENTÍFICA (DIGITAL)

Affetti, L., Bresciani, G., & Guinea, S. (2015). {aDock}: {A} {Cloud} {Infrastructure} {Experimentation} {Environment} {Based} on {Open} {Stack} and {Docker} (pp. 203–210). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2015.36>

Armbrust, M., Stoica, I., Zaharia, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., ... Rabkin, A. (2010). A view of cloud computing. Communications of the ACM, 53(4), 50. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>

Barkat, A., dos Santos, A., & Ikken, S. (2015). Open Source Solutions for Building IaaS Clouds. SCALABLE COMPUTING. PRACTICE AND EXPERIENCE, 16(2), 187–204.

Bist, M., Wariya, M., & Agarwal, A. (2013). Comparing delta, open stack and {Xen} {Cloud} {Platforms}: {A} survey on open source {IaaS} (pp. 96–100). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IAdCC.2013.6514201>

Bolthouse, D. (1996). Exploring {IBM} client/server computing. Gulf Breeze, FL: Maximum

Press.

Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging {IT} platforms: {Vision}, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, 25(6), 599–616. <https://doi.org/10.1016/j.future.2008.12.001>

cloudstack.apache.org. (2017). Apache CloudStack: About.

Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010). Cloud {Computing}: {Issues} and {Challenges} (pp. 27–33). IEEE. <https://doi.org/10.1109/AINA.2010.187>

Feller, E., Rohr, C., Margery, D., & Morin, C. (2012). Energy {Management} in {IaaS} {Clouds}: {A} {Holistic} {Approach} (pp. 204–212). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2012.50>

Grzonka, D. (2015). The analysis of openstack cloud computing platform: Features and performance. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, (3), 52.

Kamboj, R., & Arya, A. (2014). OpenStack: open source cloud computing IaaS platform. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 4(5).

Litvinski, O., & Gherbi, A. (2013). Experimental {Evaluation} of {OpenStack} {Compute} {Scheduler}. *Procedia Computer Science*, 19, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.06.020>

Mell, P., Grance, T., & others. (2011). The NIST definition of cloud computing.

Nesmachnow, S., & Salsano, E. (2007). Evaluación del desempeño computacional del clúster Medusa. *Reportes Técnicos* 07-12.

Openstack.org. (2017). Chef-Deployment.

Vecchiola, C., Pandey, S., & Buyya, R. (2009). High-{Performance} {Cloud} {Computing}: {A} {View} of {Scientific} {Applications} (pp. 4–16). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I-SPAN.2009.150>

Vogel, A., Griebler, D., Maron, C. A. F., Schepke, C., & Fernandes, L. G. (2016). Private IaaS Clouds: A Comparative Analysis of OpenNebula, CloudStack and OpenStack. In *Proceedings - 24th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing, PDP 2016*. <https://doi.org/10.1109/PDP.2016.75>

Wen, X., Gu, G., Li, Q., Gao, Y., & Zhang, X. (2012). Comparison of open-source cloud management platforms: {OpenStack} and {OpenNebula} (pp. 2457–2461). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2012.6234218>

Yamato, Y. (2016). Performance-aware server architecture recommendation and automatic performance verification technology on {IaaS} cloud. *Service Oriented Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11761-016-0201-x>

Younge, A. J., Henschel, R., Brown, J. T., von Laszewski, G., Qiu, J., & Fox, G. C. (2011). Analysis of {Virtualization} {Technologies} for {High} {Performance} {Computing} {Environments} (pp. 9–16). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2011.29>

OpenNebula. (2019). OpenCloud Architecture. Obtenido de OpenNebula 5.8.3 Documentation: http://docs.opennebula.org/5.8/deployment/cloud_design/open_cloud_architecture.html

What is Apache CloudStack? (2018). Obtenido de Apache CloudStack 4.12.0: <http://docs.cloudstack.apache.org/en/4.12.0.0/conceptsandterminology/concepts.html>

Ristov, S., & Gusev, M. (2013). Security evaluation of open source clouds. *IEEE EuroCon 2013*. <https://doi.org/10.1109/EUROCON.2013.6624968>

FORTALECIMIENTO DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO FÍSICO Y SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE CAFÉ EN EL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL DEL CTA CARTAGO

Milver Arleth Chala Triana (Instructor), SENA, Centro de Tecnologías Agroindustriales de Cartago, Colombia, mchala@misena.edu.co

Katerine Olivares Bedoya (Instructor), SENA, Centro de Tecnologías Agroindustriales de Cartago, Colombia, katad27@misena.edu.co

Mauricio Herrera Vásquez (Líder Sennova), SENA, Centro de Tecnologías Agroindustriales de Cartago, Colombia maherrera@sena.edu.co

COMPARISON OF THE COMPUTATION PLATFORMS IN THE OPENSTACK, OPENNEBULA AND CLOUDSTACK CLOUDS FOR HPC: STATE OF THE ART

Resumen.

El Centro de Tecnología Agroindustriales implementa un laboratorio físico y sensorial para el análisis de café encaminado al fortalecimiento de los servicios tecnológicos para los caficultores del Norte del Valle y además para fortalecer la formación profesión en las áreas agrícolas con prácticas demostrativas realizada en estos laboratorios que permitan desarrollar competencias en los aprendices.

Palabras Clave: calidad, sensorial, valoración, análisis físico, químico.

Abstrac

The Agroindustrial Technology Center implements a physical and sensory laboratory for the analysis of coffee aimed at strengthening technological services for coffee growers in the North of the Valley and also to strengthen the professional training in agricultural areas with demonstrative practices carried out in these laboratories that allow develop skills in apprentices.

Keywords: quality, sensory, assessment, physical, chemical analysis.

1. Introducción.

En el año 2018 Colombia es el mayor productor mundial de café arábigo suave lavado producido en la zona del paisaje cultural cafetero debido a su altitud

que está entre los 800 msnm a 2000 mnsnm y es necesario desarrollar técnicas que permitan mejorar la calidad apoyados con laboratorios físicos y sensoriales que permita tener control de la variables de color del grano(dado por el nivel de tueste), olores del grano (aromas y fragancias), Sabor (inicial y residual), acidez y cuerpo del grano; con el fin de lograr mantener su posición de productor en el mundo y desarrollar otras líneas de café especiales para penetrar eso mercados como Italia, Alemania y Estados Unidos.

Para los caficultores del Norte del Valle es importante la implementación de un laboratorio físico y sensorial en el Centro de Tecnologías Agroindustriales SENA para poder hacer los análisis de las variables de sus productos de café y acceder al conocimiento por medio de cursos complementarios y tecnológicos ofrecidos por esta institución.

La política Economía Naranja está basada en los ejes de la legalidad, emprendimiento y equidad que busca dinamizar la cadena de valor en los productos y por ese motivo la implementación del laboratorio de café juega un papel principal para desarrollar nuevos productos derivados del café.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 del presidente Iván Duque Marques habla de la importancia de la convergencia de distintas

tecnologías, para ubicarse nuestro país en la cuarta revolución industrial; en esta política, esta los servicios tecnológicos para la industria del campo y entrenamiento del talento humano de técnicas de análisis que permite garantizar la calidad de los productos agrícolas.

El Centro de Tecnologías Agroindustriales SENA regional Valle implementa un laboratorio físico y sensorial para fortalecer los servicios tecnológicos a los caficultores del Norte del Valle, con equipos especializados que permiten medir color, olor, Sabor, acidez y cuerpo del grano del café e impactar a los programas de formación y semilleros de investigación con desarrollo de nuevas técnicas y competencias a los aprendices.

1.1 Antecedentes

El SENA a través de los Centros de Formación Profesional, ofrece laboratorios de servicios tecnológicos donde permite que las empresas pueden acceder a recursos físicos y personal especializado, con el objeto de impulsar, propiciar y apoyar los procesos de innovación en formación. Con estos Servicios Tecnológicos el SENA apoya a las empresas para que sean más productivas, mejoren sus procesos industriales, y eleven la calidad de sus productos para competir exitosamente en los mercados globalizados. (SENA, 2019)

La implementación del laboratorio para el análisis físico y sensorial para café, recobra gran importancia si se tiene en cuenta el reporte del gerente de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en el informe IG de 2018 donde menciona los siguientes porcentajes con relación al consumo de café en Colombia "Por su parte, el consumo mundial fue de 161,7 millones de sacos, 2,3% más que el año anterior. Este crecimiento fue impulsado por la demanda en países productores como Brasil, Indonesia y Colombia.

Así, el consumo en países productores creció en el último año cafetero 2,8%, y alcanzó una demanda de 48,4 millones de sacos, mientras que en los países importadores el crecimiento fue de 2,1%, con 113,2 millones de sacos para el periodo 2017/18. (Federación Nacional de

Cafeteros de Colombia, 2018)

Ante estas cifras, se puede determinar que, con la implementación del laboratorio de análisis físico y sensorial, se dará respuesta al sector productivo del norte del valle del cauca, ya que este servicio garantizará el aseguramiento y control de calidad en el análisis de muestreo físico y sensorial; al aplicar técnicas confiables que garanticen en el café y cada parte de su proceso de transformación; permitiendo así, determinar dicha variación de acciones planificadas desde la recepción hasta la transformación de este, dando trazabilidad y un alto nivel de confianza y satisfacción al productor y por ende al consumidor.

En Colombia, el Instituto Nacional de Vigencia de Medicamentos y Alimentos- INVIMA- desde el año 1994 "trabaja para la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociadas al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria". (INVIMA, 1994)

Esta investigación está soportada en las normas dispuestas por el INVIMA que regulan el uso de alimentos en el territorio nacional. Así se determina la importancia de la implementación del laboratorio de análisis físico y sensorial está diseñado como respuesta a la necesidad del sector agroindustrial en el fortalecimiento de servicios tecnológicos del SENA CTA, ya que una vez se implemente dicho laboratorio estaríamos dando cumplimiento a la normatividad vigente, para las empresas que fabriquen alimentos en el norte del valle del cauca, como lo define el INVIMA (Resolución 2674, 2013) "Todas las fábricas de alimentos que procesen, elaboren o envasen alimentos deben tener acceso a un laboratorio de pruebas y ensayos, propio o externo. Estos laboratorios deberán cumplir con lo dispuesto en la Resolución 16078 de 1985 y Resolución 2674 del 2013, o la norma que la modifique, adicione o sustituya".

Este laboratorio influirá los criterios de aceptación o rechazo del producto, brindará respuesta al Plan de muestreo que el INVIMA solicita al productor del café e igualmente, apoyará en la toma de decisiones a la hora de

procesar y clasificar el café, teniendo en cuenta la calidad de este.

1.2 Problema de investigación.

Es necesario para el Norte del Valle implementar con un laboratorio de análisis físico y sensorial que permita el mejoramiento de los procesos productivos y educativos; con el fin de cuantificar las condiciones de cada uno de los parámetros en los procesos de producción del café, es allí, donde identificamos que la estructura actual del Centro de Tecnologías Agroindustriales CTA, presenta una posibilidad de mejora, en cuanto a la evaluación y determinación de las características físico químicas, en alimentos, ya que este análisis se hace indispensable para el aseguramiento de la calidad, y se encuentra vinculado a los parámetros legales del territorio nacional en el área de alimentos los cuales están enmarcados en la Resolución 2674 del 2013 emitida por el Ministerio de salud y protección social.

Por lo tanto, se considera altamente pertinente la implementación de este ambiente especializado y direccionado a cuantificar los aspectos vinculados a la calidad de alimentos, con énfasis en café, de tal manera que permita el fortalecimiento de las competencias adquiridas por los aprendices de los diferentes programas afines; adicionalmente, nos permitirá ofertar dichos servicios según las necesidades de nuestro entorno productivo en relación de la mejora de condiciones finales cuyas características se evalúen en pro de la calidad. Pregunta de investigación ¿Cómo se implementa un laboratorio para el análisis físico y sensorial para café en un centro de formación?

1.3 Objetivos General

Fortalecer los servicios tecnológicos con la implementación de un laboratorio físico y sensorial para análisis de café en el complejo Agroindustrial del Centro de Tecnologías Agroindustriales SENA Cartago

1.3.1 Objetivos Específicos

Investigar equipos de laboratorio que permitan prestar los servicios tecnológicos del laboratorio

físico.

Diseñar la ruta para la prestación del servicio del laboratorio físico y sensorial para análisis de café que comprende tanto en infraestructura como identificación de equipos de medición dirigida a brindar los Servicios tecnológicos y atención al sector productivo y a la comunidad general.

Adecuar el ambiente con los requerimientos del diseño según la ubicación de los equipos con sus instalaciones eléctricas, hidráulicas y neumáticas para la realización de los análisis de laboratorio físico y sensorial de café con equipos, que brinden al sector productivo y a la comunidad general Servicios tecnológico por parte del CTA.

2. Diseño metodológico

El desarrollo de este proyecto se soporta en la aplicación de la metodología ONUDI. La cual considera tres fases del ciclo de vida del proyecto: fase de pre-inversión, fase de inversión o ejecución y fase operacional: A continuación, se describen las fases del ciclo de vida:

En la fase de (pre-inversión) se realizó la planificación del proyecto y permitió identificar la factibilidad de llevarlo a cabo.

La segunda fase (fase de inversión) permitirá la obtención de datos, de entes externos y la tercera fase se construirá con información más precisa.

Finalmente, esta metodología permitirá desarrollar una serie de estudios que aportarán información vital y exacta para construir los flujos de caja proyectados, analizar la evolución de la rentabilidad y apoyar la toma de decisiones. (Ver Figura 2)

FASES DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO,
(METODOLOGIA ONUDI)



Figura No 2. Metodología ONUO.
(Propia de la investigación)

3. Análisis de resultado.

En esta investigación se obtienen los siguientes resultados.

Desarrollo de una técnica Sensorial PLUS apoyada con la técnica **Cata Brasileira, la cual** permite analizar el café como materia prima con los siguientes pasos:

- Paso 1. Se tuesta el café a intensidad media-baja,
- Paso 2. Se realiza una molienda gruesa.
- Paso 3. Se colocan 10 gramos de café en cada taza.
- Paso 4. Se vierte agua caliente para preparar una infusión.
- Paso 5. Se remueve para iniciar el proceso de oler para tener un juicio preliminar.

Desarrollo de una técnica sensorial ALFA apoyada con la técnica **Cata de producto terminado** que permite analizar de manera cuantitativa y cualitativa los atributos sensoriales del café que consiste de una prueba descriptiva utilizada para caracterización cualitativa y cuantitativamente varios atributos sensoriales como color, olor, sabor, acidez y cuerpo; se inicia con depositar en el fondo de la taza uno gramos de café y la infusión se prueba sorbiendo de una cuchara, reteniéndola un tiempo en la boca para percibir su sabor.

Diseño de distribución de planta teniendo en cuenta las siguientes variables: infraestructura, características de los equipos y condiciones requeridas de la prueba teniendo en cuenta la normatividad con énfasis en café humedad, defectos, granulometría, densidad y catación.

Diseño de un curso de formación con fundamentos básicos del café y de caracterización de pruebas físicas sensoriales

de acuerdo al diagrama de proceso de grano hasta el consumo ver figura No2. Los temarios son:

- Metodología de la catación de la semilla a la taza.
- Protocolo de catación (SCA y CoE).
- Introducción a la catación y calibración.
- Introducción Percepción de los Aromas del Café.
- Aromas del Café (Grupo Enzimáticos – Aromáticos Tánicos)
- Catación de defectos.
- Catación. (Cafés lavados)
- Aromas del Café (Grupo Caramelizados – Destilación Seca)
- Prueba de discriminación de cafés No.1
- Identificación de café pergamino y café verde.
- Catación No.2 Orígenes
- Evaluación de café verde (Identificación de defectos en almendra)
- Prueba de discriminación de cafés No.2
- Reconocimientos de los gustos básicos
- Catación (Cafés de Proceso).
- Tostión (Desarrollo de café para catación)
- Prueba de discriminación de cafés No.3
- Prueba de tostado.
- Química del café.

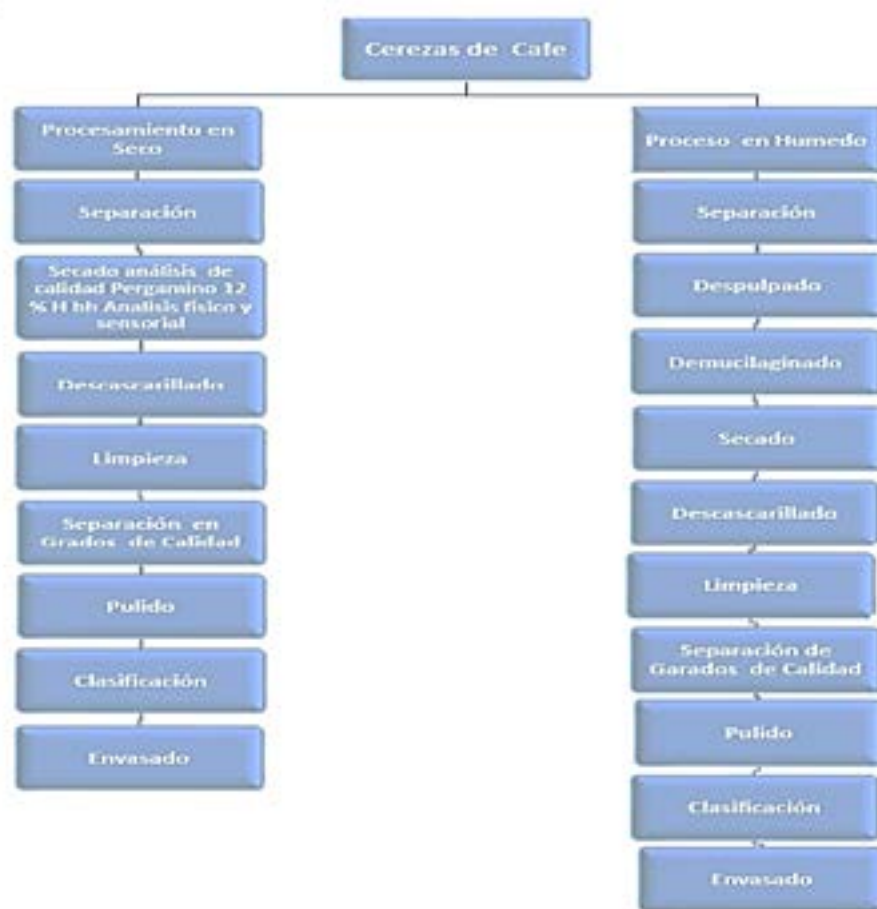


Figura No 2. Diagrama de proceso de grano hasta el consumo. (Propia de la

investigación

4. Discusión y Conclusiones

Se identificaron circunstancias tecnológicas que requiere un análisis en función de dar respuesta a las necesidades del sector cafetero de la región, desde una visión Económica Naranja, auspiciada por del estado, con una característica especial: la capacidad que otorga la aplicación tecnológica a los entornos productivos cafeteros con el uso de las tics y el avance de la informática, la cual, aporta a la red de conocimiento del CTA de forma integral a sus demás programas de formación y las telecomunicaciones para desarrollar la creatividad y la investigación.

Teniendo en cuenta las capacidades de los partícipes de los procesos formativos y productivos de la región del Norte del Valle y Eje Cafetero en relación a cultivos endémicos, procesamiento y diferentes preparaciones del café, certificado por la entidad competente para la realización de análisis como: físico, químico, humedad, granulometría, densidad, catación, entre otros.

Estos resultados hacen parte del plan de muestreo que se debe realizar en las diferentes etapas de recepción, procesamiento, y despacho como parte de la trazabilidad de producción y control de calidad de alimentos, asegurar el cumplimiento de la normatividad en sus instalaciones, dotaciones y equipos Básicos, destinados exclusivamente para el análisis e inspección de calidad de alimentos y sus materias primas. Así mismo debe ser dirigido por profesionales calificados para realizar los análisis, empleando métodos

Este laboratorio de análisis físico y sensorial es respuesta a la necesidad del sector agroindustrial en el fortalecimiento de servicios tecnológicos del CTA SENA; con el fin dar cumplimiento de la normatividad vigente para empresas que procesen alimentos. (Resolución 2674 del 2013)

Finalmente podemos decir que a través del análisis sensorial se transforman las sensaciones percibidas a través del café en elementos objetivos con los que evaluar sus características. Una interacción entre ser humano y café que se realiza a través

de la vista, olfato, gusto y tacto.

Referencias.

Análisis de opciones para el secado solar de café. (Parte 2): aspectos energéticos, de rendimiento y económicos. Tecnología Química 20(1):52-57, 2000 por Víctor R. Ferro Fernández, Jorge L. Abdala Rodríguez, and Susana Fonseca Fonseca <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=3187379>

Federación nacional de cafeteros. Producción de Café en Colombia en línea https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/sala_de_prensa/detalle/produccion_de_cafe_de_colombia_cerro_en_136_millones_de_sacos/

Metodología para la formación de comisiones de evaluación sensorial en café. Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 18, No. 2, 2008 por Cira Duarte, Ariel Ortega, and Luis Trujillo, <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=3177567>

Norma ISO 17025 requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.

Preparación y cata de aguas, cafés e infusiones: UF0850 por Víctor Manuel Martín Buitrago Gallego-Nicasio, <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?Docid=5486558>

Protocolo de análisis de calidad de café / IICA. Guatemala: IICA. 201000p., 00 x 00 cm ISBN 13: 978-92-9248-236-71. Café 2.Control de calidad 4. Productos Agroalimentarios 5. Protocolos I. IICA II. Título AGRIS DEWEY E70 380.141373 Guatemala 2010

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS EN EL DESENVOLVIMIENTO DE LOS SECTORES ECONÓMICOS RISARALDENSES

INFLUENCE OF OLEOHIDRAULIC SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF RISARALDENSE ECONOMIC SECTORS

Marianne L. Romero A., Ingeniera en Mecatrónica, Magister en Ingeniería Mecánica, Investigador, SENNOVA - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA, Colombia, mlromeroa@sena.edu.co

Resumen

Entre los sistemas oleohidráulicos, la oleohidráulica móvil es la más conocida y se encuentra en la denominada maquinaria pesada, presente en el sector de la construcción. Sin embargo, en limitadas ocasiones, se analiza la influencia que estos sistemas llegan a tener en el desarrollo productivo de un país o enfáticamente en una región. Difícilmente, se alcanza a concebir el alcance de la aplicabilidad industrial que se le ha dado a este tipo de sistemas. Por ello, se presenta una revisión de aquellas máquinas y equipos que basan su funcionamiento operativo en sistemas oleohidráulicos y, que están presentes en los sectores económicos de la región risaraldense con mayor influencia en el índice de producto interno bruto (PIB). Con ello, es posible exponer no solo la variedad de maquinaria utilizada en estos sectores, sino también, algunas especificaciones de las configuraciones básicas de los sistemas oleohidráulicos implementados y diferentes combinaciones que pueden encontrarse a nivel comercial para mejorar su funcionamiento. Esto, con el fin de transmitir a los aprendices del Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industrial el conocimiento básico e implementación operativa de este tipo de sistemas.

Palabras clave: Hidráulica Estacionaria, Hidráulica Móvil, Sectores Económicos, Sistemas Hidráulicos, Sistemas Oleohidráulicos.

Abstrac

Among oleohydraulic systems, mobile oleohydraulics is the best known and is in the so-called heavy machinery, present in

the construction sector. However, on limited occasions, the influence that these systems have on the productive development of a country or emphatically on a region is analyzed. It is hardly possible to conceive the scope of the industrial applicability that has been given to this type of systems. Therefore, a review of those machines and equipment that base their operational operation on oleohydraulic systems and, which are present in the economic sectors of the Risaraldense region with the greatest influence on the gross domestic product index (GDP) is presented. With this, it is possible to expose not only the variety of machinery used in these sectors, but also some specifications of the basic configurations of the oleohydraulic systems implemented and different combinations that can be found commercially to improve their operation. This, in order to transmit to the apprentices of the Center of Development and Industrial Technological Innovation the basic knowledge and operational implementation of this type of systems.

Keywords: Stationary Hydraulics, Mobile Hydraulics, Economic Sectors, Hydraulic Systems, Oil Hydraulic Systems

Introducción

Siendo la hidráulica definida por la Real Academia Española (2019) como la "rama de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos", sin lugar a duda, es una ciencia que forma parte integral del desarrollo tecnológico del ser humano. A lo largo del

tiempo, la hidráulica ha desempeñado un papel fundamental en su evolución social y tecnológica, y en las diferentes etapas industriales que ha atravesado. De ello, se evidencia como le ha permitido desarrollar máquinas y equipos cada vez más avanzados y sofisticados que facilitan el desempeño de labores cotidianas, en áreas como: generación de energía, automovilismo, agricultura, acueducto, manufactura, petrolífera, construcción, entre otras. En cada una de estas áreas de actuación, se han ejecutado progresivamente diferentes técnicas y estrategias que han permitido la implementación de diferentes desarrollos. En particular, para el área operativa mecánica de diferentes productos industriales, se ha optado por la implementación de sistemas oleohidráulicos. Este término se deriva de la implementación de sistemas que basan su funcionamiento en una "tecnología que trata de la producción, transmisión y control de movimientos y esfuerzos por medio de líquidos a presión, principalmente aceites" ((Berrondo Almandoz, Mongelos Oquiñena, & Pellejero Salaberria, 2007). Esta tecnología, permite ejercer fuerzas significativamente superiores y realizar tareas mucho más rápido de lo que podría hacer el ser humano e incluso otros sistemas como los eléctricos y neumáticos.

El término de oleohidráulica, se considera dispendioso para ser utilizado, por lo cual se ha optado por referirse a esta tecnología con la palabra hidráulica (Berrondo Almandoz et al., 2007). A pesar de que hidráulica es un término muy utilizado, esta denominación no es apropiada para referirse a los sistemas que basan su funcionamiento en el aceite, ya que, el término hidráulica engloba sistemas que trabajan con fluidos de diferentes tipos. Por ello, se hará referencia a esta tecnología como oleohidráulica, para efectos del presente artículo. De ello, los sistemas oleohidráulicos se pueden generalizar en dos tipos: "Oleohidráulica estacionaria (máquinas herramientas, maquinaria textil, prensas, siderurgia, industria de plásticos, cementeras, minería, industria y maquinaria pesada en general) y Oleohidráulica móvil (maquinaria de obras civiles, maquinaria agrícola, automóviles, grúas, ferrocarriles, armamento, naves, aeronaves...)" (Berrondo Almandoz et al., 2007).

Según esta clasificación, se

busca determinar ¿Cómo los sistemas oleohidráulicos influyen en el desenvolvimiento de los sectores económicos risaraldenses? Para ello, por medio de la búsqueda de información relevante sobre el desarrollo económico de la región, se definen aquellos sectores económicos que requieren el uso de maquinaria con base funcional oleohidráulica y, se exponen estas máquinas indicando su aplicabilidad y variaciones estructurales, que pueden hacerse para ampliar su cobertura funcional, presentando así, la aplicabilidad e influencia de la Oleohidráulica en los diferentes sectores económicos de la región Risaraldense.

Métodos o Diseño Metodológico

La importancia que representa la oleohidráulica en la actualidad debido a su gran aplicabilidad a nivel industrial, ha motivado el desarrollo de un proyecto sobre oleohidráulica móvil en el Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológico (CDITI) de la seccional Risaralda del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Este proyecto, busca transmitir los conceptos básicos e implementación de los sistemas oleohidráulicos a los aprendices del CDITI de forma didáctica. Para brindar fundamentos sobre la importancia y funcionalidad de estos sistemas a nivel operativo, se establece una metodología de revisión *descriptiva*, mediante la cual, se presenta una visión general de los sistemas oleohidráulicos estáticos y móviles, identificando aquellas máquinas que basan su funcionamiento en estos sistemas y la influencia de estas en el desenvolvimiento de los sectores económicos risaraldenses.

Análisis de resultados.

A partir de la revisión descriptiva realizada, se evidencia que los sistemas oleohidráulicos tienen una influencia significativa en algunos sectores económicos de la región risaraldense, ya que, se encuentran presentes en maquinaria, que es fundamental para que estos sectores presenten los rendimientos productivos y económicos que tienen en la actualidad.

A través de los años, se han presentado variaciones en el comportamiento económico de las regiones, que dependen de diversos factores y hacen fluctuar la participación de los diferentes

sectores económicos en el PIB. Entre los sectores que presentan influencia de los sistemas oleohidráulicos, se encuentra Risaralda que, desde hace años ha presentado mayor movimiento económico en los sectores de industria manufacturera, construcción y agricultura (Banco de la República, 2019). Por ello, se expone una recopilación de información sobre *máquinas y equipos* que son utilizados en estos sectores, y que, sin ellos no sería posible su correcto desenvolvimiento.

La importancia de los sistemas oleohidráulicos trasciende debido a que: entrega “potencia y precisión para mover altas cargas con máximo control y fiabilidad” (SHELL TELLUS, 2019). Para ello, la velocidad de actuación se controla *fácilmente* con la implementación de componentes proporcionales, mediante instalaciones compactas. La protección del sistema ante la presencia de sobrecargas es eficaz, ya que, cuenta con la implementación de componentes como válvulas de regulación de presión, y en su funcionamiento los cambios de sentido pueden hacerse rápidamente sin poner en riesgo la integridad del sistema.

Sector Económico Agropecuario

Es el sector que obtiene el producto de sus actividades directamente de la naturaleza, sin ningún proceso de transformación. Dentro de este sector se encuentran la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza y la pesca. (Red Cultural del Banco de la República de Colombia, 2019). El enfoque de los sistemas oleohidráulicos móviles en el sector agrícola, está concentrado en la maquinaria utilizada. En la región risaraldense, este sector “concentra el 96.79% de sus actividades productivas en plátano (70.77%), caña de azúcar (15.39%), caña de panela (10.63%); el resto está distribuido en yuca, maíz tecnificado, maíz tradicional, frijol, fique, cacao y arracacha. El 57.8% de la producción de frutas está representada en Naranjas (27.6%), Banano (15.9%), Piña (14.3%)” (Arcila Burgos et al., 2014).

Los agricultores, en su mayoría, hacen uso de diferentes tipos de máquinas y equipos, tanto para la siembra, como para la recolección de los productos anteriormente mencionados. Entre las máquinas utilizadas para estas actividades,

se encuentran los Tractores, cosechadoras, cosechadoras de forraje, pulverizadores, entre otros (WIKA, 2019). Particularmente los tractores, son los más utilizados y versátiles, ya que, en diferentes configuraciones y con diferentes complementos, permiten facilitar el trabajo del agricultor en múltiples tareas. Tractores como los ofrecidos por John Deere (Agricultura, 2019), poseen un sistema hidráulico, que permite mediante el enganche de tres puntos, elevar diferentes cargas según su configuración admitiendo el ascenso y el descenso de los elementos conectados al mismo. Según Molina Aiz (2008), dependiendo de la configuración del sistema hidráulico, se tiene la posibilidad de responder a varios controles del enganche de tres puntos que puede darse conjuntamente en un mismo elevador hidráulico.

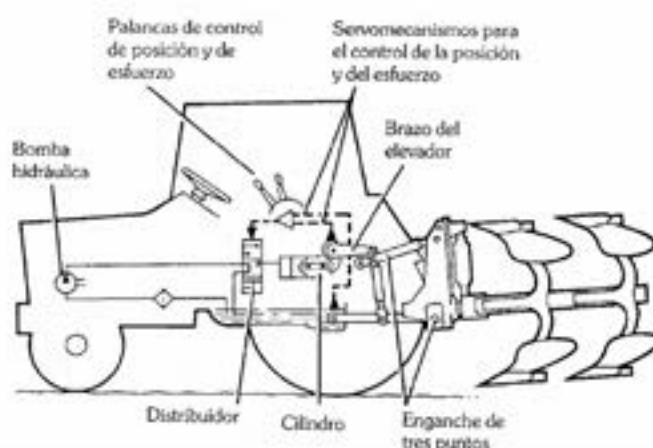


Figura 1. Componentes del sistema hidráulico de un tractor (Molina Aiz, 2008)

De igual forma, estas máquinas permiten el accionamiento de máquinas arrastradas o suspendidas a través de las tomas remotas del sistema hidráulico. Este sistema hidráulico consta de: “un depósito de aceite que debe contener un volumen de 2 a 2.5 veces el caudal de la bomba expresado en l/min, una bomba hidrostática, que aspira el aceite del depósito a través de un filtro y lo impulsa a las tuberías, una válvula limitadora de presión que regula la presión máxima del aceite en el circuito, un distribuidor manual del tipo 4/3 (cuatro vías y tres posiciones), un regulador de caudal para controlar la velocidad de descenso, un pistón de simple o doble efecto de gran diámetro, una biela solidaria a los brazos del elevador que recibe la acción del vástago del pistón en el denominado bulón de empuje” (Molina Aiz, 2008).

En la Figura 1, se muestra de forma genérica el sistema hidráulico de un tractor con un sistema de surcadores sujeto al mismo, sin embargo, es importante aclarar que estos sistemas pueden variar según el modelo del tractor y dependiendo de los complementos que sean acoplados, como los presentados por empresas extranjeras como Grimme (Programa de productos, 2019) o empresas nacionales como Maquinaria Montana (2019). Con estas variaciones, es posible realizar tareas como labranza, surcado, conformación de camas, riego y dosificación de abono.

Sector Económico de la Construcción

En este sector, se incluyen las empresas y organizaciones relacionadas con la construcción, al igual que los arquitectos e ingenieros, las empresas productoras de materiales para la construcción, etc. (Red Cultural del Banco de la República de Colombia, 2019). A pesar que “el área en proceso de construcción censada por el DANE durante el segundo trimestre de 2019 en el Eje Cafetero registró una disminución del 5,0% en comparación con el mismo periodo del año anterior, acumulando así seis variaciones anuales negativas” (Banco de la República, 2019), el sector de la construcción será significativo, importante y seguirá en auge mientras se siga presentando crecimiento poblacional e industrial.

En este sector económico, siempre ha sido de vital importancia el uso de máquinas que utilizan sistemas oleohidráulicos como: Pala cargadora, Retroexcavadora, Auto volquete, volqueta, aplanadora, entre otras (WIKI, 2019), y aunque la diferencia funcional es bastante marcada respecto a las máquinas de la sección 3.1, algunas de estas máquinas como la pala cargadora o la retroexcavadora tiene la misma base operativa, el tractor. En estas máquinas, se encuentran diferentes tipos de ventajas y tecnologías según el fabricante, que pueden ser adquiridas según el presupuesto del agricultor. Particularmente, para las retroexcavadoras Serie L de JOHN DEERE (2019), se han efectuado implementaciones que permiten con el control de conducción activado, que los cilindros hidráulicos de carga frontal actúen como un amortiguador, haciendo el viaje más suave y en materia de seguridad y salud en el trabajo (SST) mucho más conveniente, ya que, sobre terrenos irregulares, ayuda a que las cargas completas lleguen a

su destino, reduciendo la fatiga del operador.

Por otra parte, se encuentran los sistemas oleohidráulicos de máquinas como las compactadoras. Estas máquinas poseen diferentes configuraciones hidráulicas según los elementos que la componen, como los presentados por NPK Construction Equipment (2017), que además de exponer estos elementos, presenta algunos circuitos de control según su configuración operativa. También, es posible encontrar sistemas con doble válvula, que proporciona flujo hidráulico separado y equilibrado para el eje motriz trasero y el motor de mando del tambor delantero de la compactadora, que mejora el control de la máquina y la potencia de tracción, ya que minimiza el patinaje del tambor y de las ruedas. (CAT, 2011). Sin embargo, el sistema básico para estas máquinas siempre es el mismo y en su función elemental contiene: depósito, bomba hidráulica, válvulas de control y actuador principal (motor oleohidráulico).

Sector Económico Industrial

Comprende todas las actividades económicas de un país, relacionadas con la transformación industrial de los alimentos y otros tipos de bienes o mercancías, los cuales se utilizan como base para la fabricación de nuevos productos. (Red Cultural del Banco de la República de Colombia, 2019). En la región risaraldense, se encuentran industrias como: textiles, curtiembres, alimentos, gas, generación y transmisión de energía, fabricación de productos de plástico, metalúrgicos, sustancias y productos químicos, petróleo, entre otros (Arcila Burgos et al., 2014). Aunque la actividad industrial es diversa, para el primer trimestre del 2019, se reportó que la producción manufacturera aumentó significativamente debido al incremento productivo de las industrias dedicadas a la fabricación de partes de automotores (Banco de la República, 2019). Considerando que esto, refiere principalmente a industrias de metalmecánica, inyección de plásticos y caucho, y fibra de vidrio, que basan su funcionamiento en máquinas utilizadas para producción en serie de altas cantidades como troqueles, prensas hidráulicas, máquinas CNC, inyectoras, entre muchas otras, se evidencia que los sistemas oleohidráulicos influyen directamente en estas

industrias, ya que, las máquinas anteriormente mencionadas requieren como base de funcionamiento este tipo de sistemas.

Enfatizando en las inyectoras de plástico, que son máquinas que necesitan energía y velocidad, donde sistemas como el neumático y el eléctrico no son viables, debido a los costos y eficiencia, se implementan sistemas oleohidráulicos que brindan la fuerza y velocidades necesarias gracias a las altas presiones que opera.

Los sistemas oleohidráulicos de estas máquinas comprenden según Burbano Sotomayor & Con Sanchez (2013): Una bomba hidráulica, que es la encargada de determinar la presión y caudal del sistema; Controladores de caudal, que permiten definir la velocidad de cierre y apertura del molde, y la velocidad de inyección (suministro de material) y contrapresión; Electroválvulas de 2 vías, las cuales permiten controlar el movimiento de la prensa, expulsión hidráulica, activación de Booster, motor hidráulico, inyección y descompresión. También comprende otros elementos, que se encargan de garantizar la seguridad y buen funcionamiento del sistema, como por ejemplo: válvulas de alivio, válvula de solenoide, válvula reductoras de presión, válvulas reguladoras de caudal, estranguladora, válvulas de aguja, válvula de retención, válvula proporcional, (Burbano Sotomayor & Con Sanchez, 2013).

Sin embargo, al igual que en los casos encontrados en el sector económico agropecuario y el de construcción, los sistemas oleohidráulicos que comanda el funcionamiento de estas máquinas dependerá específicamente de la funcionalidad y fabricante.

En general, se pueden encontrar diferentes implementaciones según la funcionalidad de la máquina, y según Aedo (2008) estas máquinas pueden estar compuestas por diferentes clases de circuitos: Circuitos de descarga, "Venting" Automático Al Final De Un Ciclo, Sistema De Descarga Con Acumulador, Circuitos De Seguridad Para Acumuladores, Circuitos Alternativos (Avance En Montaje Diferencial, Avance En Montaje Diferencial Y Cambio A Montaje Convencional), Circuitos En Secuencia, Circuito De Equilibraje, Circuito De Frenado,

Circuitos De Regulación De Caudal, Circuitos De Avance Rápido Y Trabajo Lento y Transmisiones Hidrostáticas.

Discusión y conclusiones

El desarrollo económico de las regiones depende del desenvolvimiento que tenga cada uno de sus sectores económicos. Esto a la vez, implica que cada uno de esos sectores, debe hacer uso adecuado de las herramientas tecnológicas disponibles.

El uso de maquinaria adecuada permite mejorar los tiempos y procesos. Como se presentó en los resultados, la maquinaria utilizada y de mayor relevancia en estos sectores económicos basan su funcionamiento en los sistemas oleohidráulicos, tanto estacionarios como móviles. La implementación de estas máquinas, mejora significativamente los resultados operativos y en la región risaraldense, se evidencia que estos sistemas se encuentran presentes en sectores económicos que según Arcila Burgos et al. (2014) representan el 28.25% del producto interno bruto. Considerando que se hace referencia a los sectores: agropecuario, de la construcción, industrial y minero. Aunque del sector minero no se enfatizó en el presente artículo por no representar un porcentaje significativo, no deja de ser parte de los sectores beneficiados por este tipo de sistemas.

La preferencia en el uso e implementación de los sistemas oleohidráulicos, se debe también a, que son capaces de afrontar condiciones extremas como: Choques mecánicos y vibraciones, Polvos y barro, aridez y humedad, calor y frío, así como, un entorno con campo electromagnético variado (WIKI, 2019). Por ello, son idóneos en aplicaciones como las presentadas en el sector agropecuario, de la construcción y minero. Para implementarlas, es posible encontrar empresas que pueden suministrar maquinaria con características tecnológicas interesantes, ya sea, por alquiler o venta de catálogo. La elección de esta maquinaria debe hacerse considerando siempre que la maquinaria utilizada sea eficiente, manejable, precisa y segura (Danfoss, 2019), sin dejar de lado el presupuesto con el que se puede contar.

Siendo los sistemas oleohidráulicos

significativos a nivel operativo y ocupacional en diferentes sectores económicos, contar con personal capacitado en la inspección y mantenimiento de este tipo de sistemas para efectuar los mantenimientos preventivos necesarios según las características y requerimientos de cada equipo o máquina, es indispensable para garantizar su buen funcionamiento. Es esto, lo que motiva el desarrollo del proyecto sobre oleohidráulica móvil en el Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológico (CDITI) de la seccional Risaralda del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Referencias

Aedo, G. (2008). Manual de oleohidráulica industrial. Editoriasl Blume. Retrieved from https://www.academia.edu/17351410/manual_de_oleohidraulica

Arcila Burgos, K., Carvajalino, M., Osorio González, A. K., Flórez Bolaños, J., Díez Cortez, J. D., Suarez Vargas, H. Y., ... Isaza Rodríguez, O. P. (2014). *Aproximación al perfil productivo. Énfasis en el área rural dispersa*. PEREIRA. Retrieved from <http://www.almamater.edu.co/AM/images/PNUD/aprox/0.Aprox.pdf>

Banco de la Republica. (10 de 09 de 2019). Boletín Económico Regional . *Eje Cafetero - II Trimestre* . Eje Cafetero, Colombia: ISSN 2665-1815.

Danfoss. (11 de 09 de 2019). *Hidráulica Móvil*. Obtenido de <https://www.danfoss.com/es-es/markets/mobile-hydraulics/>

Grimme. (12 de 09 de 2019). *Programa de productos*. Obtenido de <https://static.grimme.com/files/2019/02/07/d2bd28c360d3106b0790816e8ea0d08149245.pdf>

John Deere. (12 de 09 de 2019). *Agricultura*. Obtenido de <https://www.deere.com/en/agriculture/>

Maquinaria Montana. (12 de 09 de 2019). *Productos de Labranza*. Obtenido de Arado de Cíncel Vibratorio: <http://www.maquinariamontana.com/es/productos/labranza/arado-de-cincel-vibratorio>

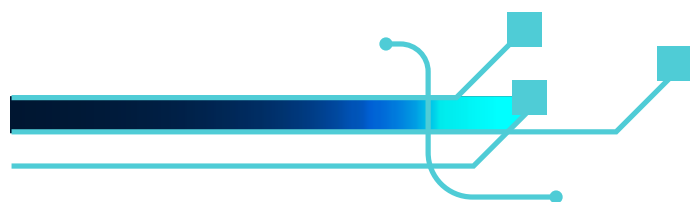
Maquinaria Montana. (12 de 09 de 2019). *Productos Labores Culturales*. Obtenido de Abonadora de disco: <http://www.maquinariamontana.com/es/>

Real Academia Española. (10 de 09 de 2019). *Diccionario de la lengua español*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=KJbsezd>

RedCulturaldelBanco de la República de Colombia. (11 de 09 de 2019). *Enciclopedia del Banco de la República de Colombia*. Obtenido de http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Sectores_econ%C3%B3micos

SHELL TELLUS. (11 de 09 de 2019). *APLICACIONES PARA FLUIDOS HIDRAULICOS: SHELL TELLUS*. Obtenido de <http://www.comercialmendoza.es/wp-content/uploads/2016/12/Aplicaciones-para-fluidos-hidraulicos.pdf>

WIKI. (11 de 09 de 2019). *HIDRÁULICA MÓVIL*. Obtenido de https://www.wika.es/industries_mobile_working_machines_es_es.WIKA



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL CDITI EN LA CIUDAD DE DOSQUEBRADAS

PERFORMANCE ANALYSIS OF THE IMPLEMENTED PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY SYSTEM FOR ELECTRICITY GENERATION IN THE CDITI INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL DESIGN AND INNOVATION CENTER IN THE CITY OF DOSQUEBRADAS

Autores: Ing. Johanny Gallego Meneses, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Colombia, jgallegom@sena.edu.co

Resumen

Este artículo presenta los valores de energía solar fotovoltaica generada con 24 paneles solares fotovoltaicos instalados en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, en el cual se tuvo en cuenta la ubicación geográfica de la ciudad de Dosquebradas, su cambiante clima, sus bancos de nubes constantemente ubicados sobre la ciudad, los cuales impiden en gran medida la incidencia de los rayos solares sobre los techos de sus edificaciones, siendo estas algunas de las características de la ciudad en la región andina que a su vez desmejora la oportunidad de captar más irradiación solar. Los datos presentados en este artículo han sido obtenidos del software de control y supervisión Solar Power del inversor Hybrid 10kW PV Inverter instalado para el propio sistema híbrido que funciona en el CDITI. La información obtenida será objeto de consulta para futuros proyectos de mediana y gran proporción en el ámbito de las energías renovables, dadas sus características de obtención de datos en tiempo real y comprobables.

Palabras clave: energía solar fotovoltaica, clima, inversor, tiempo real.

Abstract

This article presents the values of solar energy generated with 24 photovoltaic solar panels installed in the Center for Industrial Technology Design and Innovation, taking into account the geographical location of the Dosquebradas city, this its changing climate, it's because the cloud banks constantly located over the city, greatly preventing the incidence of solar rays

on the roofs of its buildings, these being some of the characteristics of the city in the Andean region that in turn deteriorates the opportunity to capture more solar irradiation. The data presented in this article, have been obtained from the Solar Power control and supervision software of the Hybrid 10kW PV Inverter inverter installed for the hybrid system itself that works on the CDITI. The information obtained will be subject to consultation for future projects of medium and large proportion in the field of renewable energy, given its characteristics of obtaining real-time and verifiable data, compared even with the local climate, the latter information obtained from the page Nasa Power Solar website for Dosquebradas city.

Keywords: photovoltaic solar energy, weather, inverter, real time.

1. Introducción

La Energía Solar Fotovoltaica también conocida como irradiación solar es la cantidad de energía que se acumula por la incidencia de los rayos solares sobre una superficie durante un periodo de tiempo que puede ser dado en las mismas unidades conocidas del tiempo, comúnmente se encuentra en kilo Vatios hora por cada metro cuadrado (Harper, 2016).

Generar electricidad por medio de sistemas solares fotovoltaicos es una de las actividades últimamente más nombradas con el impulso que tomaron las energías renovables, después del Acuerdo para el Cambio Climático de París en 2015, el uso de la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una

alternativa cada vez más atractiva en Colombia, la ubicación geográfica del país, el auge de nuevos mercados de energías renovables con precios muy competitivos y por último, pero no menos importante los beneficios tributarios que ofrece la ley 1715 de 2014, han servido de trampolín para pequeños y grandes proyectos basados en sistemas solares fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta los valores de irradiación promedio para las diferentes zonas del país, es de notar la baja de irradiación en un 25% para la Zona Andina (Atlas de radiación solar, 2019) donde está ubicada la ciudad de Dosquebradas y esto debido a factores como los bancos de nubes que suelen asentarse en la ciudad, por esta razón es importante contar con información real obtenida en la zona de manera experimental, e incluso poderse comparar con información de otras localidades y zonas del país. El SENA en su centro de formación CDITI ha apostado a las energías limpias e instaló un sistema solar fotovoltaico híbrido para dar energía eléctrica a los circuitos de iluminación de los ambientes de Fabricación Mecánica y Confecciones. Este sistema hace parte del laboratorio para el semillero de investigación hábitat y gestión ambiental y energética para la innovación y permitirá presentar este artículo concerniente a la eficiencia energética lograda con los equipos descritos.

Para determinar la cantidad de energía solar fotovoltaica generada en una zona específica pueden ser utilizados modelos de estimación de radiación solar incidente. En el caso específico del CDITI, en 2018 el autor Grajales Jhon Daniel publicó su artículo Modelo de estimación de radiación solar incidente sobre superficies horizontales e inclinadas en el CDITI para implementación de sistemas solares fotovoltaicos, donde se puede apreciar cómo los valores de radiación mostrados en tablas y documentos de consulta abierta, son estimados y pueden variar dependiendo del día y

mes del año sin coincidir de manera precisa con las cifras nombradas por reconocidas páginas web de consulta, como el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Estos niveles pueden variar de manera dinámica a lo largo del año, la estimación de la fracción promedio de radiación difusa incidente mensual para las condiciones del CDITI en el mes de septiembre es de 2,11 kW/m² (Grajales, 2018: Tabla 2). Sin embargo, estimar la energía a generar puede ser un dato sujeto a cambios y el valor real ser objeto de estudio dependiendo de las características técnicas del sistema solar fotovoltaico instalado.

El objetivo de este artículo es mostrar los valores reales de energía solar fotovoltaica generada durante una muestra de 4 días del mes de septiembre del año 2019, información extraída del inversor del sistema híbrido instalado en el CDITI.

2. Diseño Metodológico

Durante mes de septiembre del año 2019 se tomaron las mediciones de energía solar generada por el sistema solar fotovoltaico híbrido instalado en la cubierta del ambiente de formación del área textil del quinto piso del edificio del Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial CDITI ubicado en la ciudad de Dosquebradas departamento de Risaralda, de las mediciones de este sistema se utilizaron los siguientes elementos:

Ficha técnica de los paneles solares instalados en cubierta 24 unidades instaladas

Figura 1. Ficha técnica panel solar de 255W. Fuente: ET Module Polycrystalline Towards Excellence

ELECTRICAL SPECIFICATIONS				
Model Type	ET-P660265WB ET-P660265WW	ET-P660260WB ET-P660260WW	ET-P660255WB ET-P660255WW	ET-P660250WB ET-P660250WW
Peak Power (Pmax)	265W	260W	255W	250W
Module Efficiency	18.29%	15.98%	15.87%	15.37%
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.74V	30.59V	30.29V	30.12V
Maximum Power Current (Imp)	8.62A	8.50A	8.42A	8.30A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.29V	38.16V	37.89V	37.58V
Short Circuit Current (Isc)	9.24A	9.07A	9.00A	8.88A
Power Tolerance	0 to +5W			
Maximum System Voltage	DC 1000V (IEC)			
Nominal Operating Cell Temperature	45.3±2°C			
Fire Safety	Class C			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

Ficha técnica inversor instalado

MODEL	10KW
RATED POWER	10000 W
PV INPUT (DC)	
Maximum DC Power	14850 W
Nominal DC Voltage	720 VDC
Maximum DC Voltage	900 VDC
Working DC Voltage Range	300 VDC ~ 900 VDC
Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage	320 VDC / 350 VDC
MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range	350 VDC ~ 850 VDC / 400 VDC ~ 800 VDC
Maximum Input Current	2*18.6 A
Isc PV (absolute maximum)	25 A
Max. inverter back feed current to the array	0 A
GRID OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P)
Output Voltage Range	184 - 265 VAC per phase
Output Frequency Range	47.5 ~ 51.5 Hz or 59.3~ 60.5Hz
Nominal Output Current	14.5 A per phase
Inrush Current/Duration	17 A per phase / 20ms
Maximum Output Fault Current/Duration	51 A per phase / 1ms
Maximum output Overcurrent Protection	51 A per phase
Power Factor Range	0.9 lead - 0.9 lag

Figura 2. Ficha técnica Inversor Híbrido. Fuente: User Manual Hybrid 10kW PV Inverter

Los 24 paneles instalados fueron configurados en una conexión serie de 12 paneles para constituir dos cadenas o ramales generando 440Vdc por cada ramal, ambos ramales conectados en paralelo. Ver figura 3 Paneles instalados y figura 4 Disposición eléctrica de paneles.



Figura 3. 24 Paneles solares fotovoltaicos de 255W cada uno, instalados sobre techo CDITI. Fuente: Autor

2.1 Mediciones y Datos utilizados

Los paneles instalados presentan las siguientes medidas cada uno, logrando un área total cubierta por 24 paneles de 39,045 m²:

1640×992×40mm (64.57×39.06×1.58 inch)

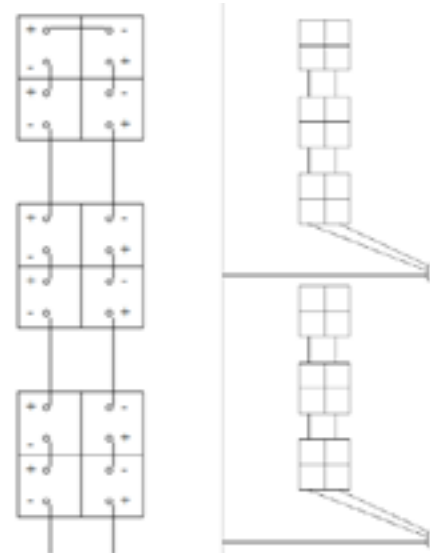


Figura 4. Disposición de paneles y conexión. Fuente: Semillero de investigación hábitat y gestión ambiental y energética para la innovación

Durante 4 días comprendidos desde el 19 de septiembre hasta el 23 del mismo mes del año 2019 el Inversor Hybrid 10kW PV Inverter capturó la información hora a hora de la energía generada por sus paneles instalados mostrada en la figura 5.

El software Solar Power permite configurar la obtención de datos de energía generada por hora, día, mes y año. Durante el día 23 de septiembre se generó energía eléctrica desde las 9am hasta las 5pm con valores mostrados en la figura 5, obteniendo 16,356kWh/día.

El mes de septiembre en el año 2019 ha presentado un alto nivel de precipitaciones y por consiguiente sus bancos de nubes sobre la ciudad de Dosquebradas han sido notorias, ocasionando una baja generación de energía solar fotovoltaica, estando alrededor de los 16 kwh/día en el sistema solar fotovoltaico instalado en el CDITI como se mostró en la figura 5.

Las mediciones que se obtuvieron difieren hora a hora según se aprecia en la figura 6, con una marcada disminución de energía generada, hacia el final del día.

Conclusiones

El potencial energético solar de la ciudad de Dosquebradas - Risaralda es alto y los datos registrados (kWh/día) posicionan

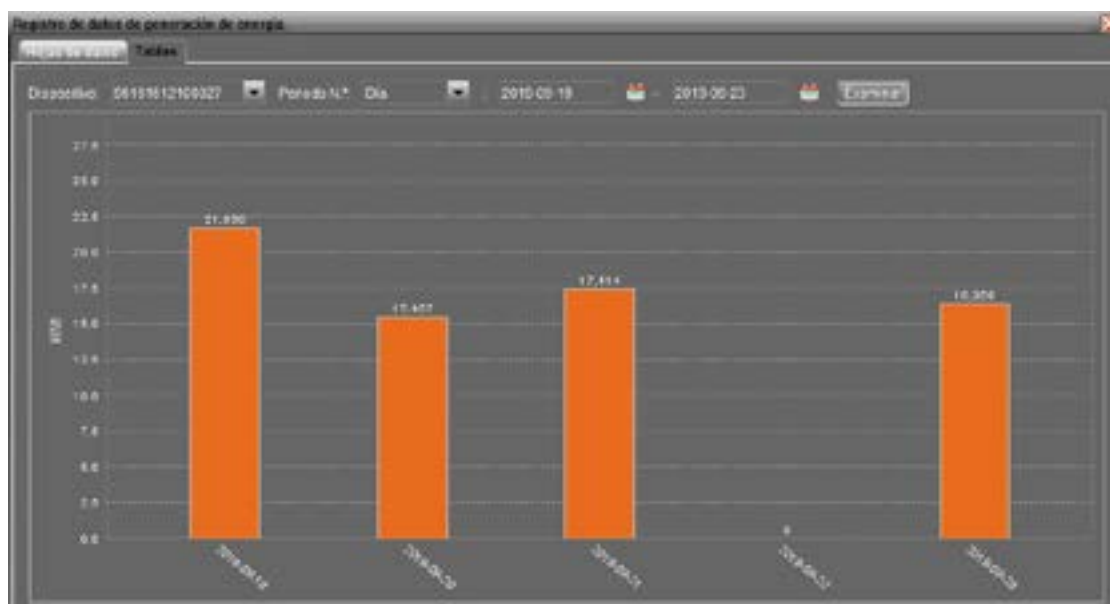


Figura 5. Energía generada por día. Fuente: Solar Power

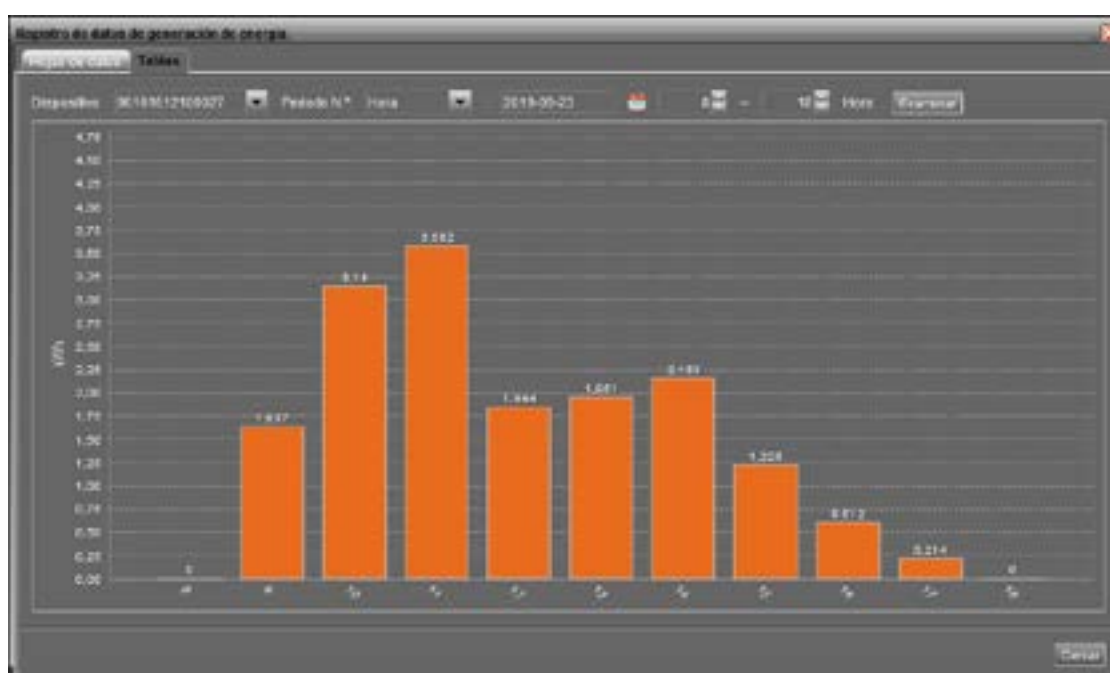


Figura 6. Valores de energía generada por cada hora. Fuente: Solar Power

esta fuente renovable como una gran solución a las necesidades energéticas de la región.

Los resultados obtenidos en la medición se deben a un aumento en la radiación global promedio en la región, ubicada entre 4.0 y 4.5 kWh/m² -según datos del Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono de Colombia – los cuales son muy superiores a los planteados por Grajales 2018 (2,11 kW/m²).

Dosquebradas - Risaralda afronta un alto nivel de precipitaciones en este momento y por consiguiente hay gran cantidad de bancos de nubes sobre la ciudad, sin embargo, las mediciones realizadas (16 kWh/día) nos permiten concluir una gran capacidad para la alimentación de sistemas tanto a nivel comercial, como residencial e industrial.

Considerando la cantidad de energía generada promedio por día, se puede esperar generar alrededor de 500kWh/mes, como resultado del potencial instalado en paneles solares en el CDITI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Enríquez, Gilberto. (2016). Instalaciones Eléctricas Domésticas convencionales y Solares Fotovoltaicas. Capítulo 5 Elementos de Sistemas Fotovoltaicos. México: Limusa. Págs. 303-357
- [2] Grajales, J. Daniel (2018). Modelo de estimación de radiación solar incidente sobre superficies horizontales e inclinadas en el CDITI para implementación de Sistemas Solares

Fotovoltaicos. Dosquebradas: Revista Teinnova 2018-2019-SENA-CDITI.

Recuperado el 13 de agosto de 2019, en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/CDITI/article/view/2361/2642>

[4] Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia

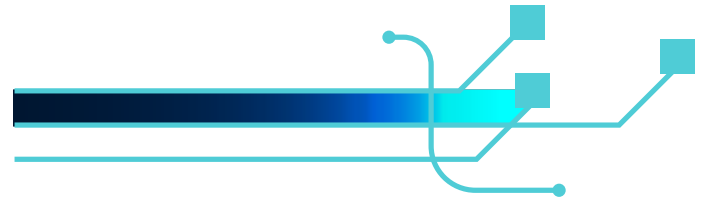
<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

[5] ET Module Polycrystalline Towards Excellence

[6] User Manual Hybrid 10kW PV Inverter

[3] Congreso de Colombia. (2014). Ley N° 1715 del 13 de mayo de 2014. Upme. Recuperado el 15 de agosto de 2019, en:

http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf



DOMÓTICA INCLUSIVA Y EL RELEVO GENERACIONAL EN EL CAMPO, MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES

Ingeniero de sistemas, Iván Camilo Damián García, Skynet Domotics S.A.S, Colombia, ivancdamiani@gmail.com

Ingeniero electrónico, Andrés Felipe Rodríguez Gil, Skynet Domotics S.A.S, Colombia, andresfelipecster@gmail.com

Ingeniero mecatrónico, Mateo Villegas Estrada, Skynet Domotics S.A.S, Colombia, mateovi95@gmail.com

Diseñador Industrial, Juan David Aristizábal Gómez, CEO Skynet Domotics S.A.S, Colombia, gerencia@skynetdomotics.com

INCLUSIVE DOMOTICS AND THE GENERATIONAL RELAY IN THE FIELD, BY INTELLIGENT SYSTEMS

Resumen

Un sistema inteligente es aquel programa que asemeja la inteligencia de un ser humano, siendo un término comúnmente usado para sistemas expertos o sistemas domóticos. Sabiendo esto, debemos comprender que la domótica es una técnica, que por medio de la tecnología aplicada en procesos cotidianos se encarga de dar confort y una mayor calidad de vida a sus usuarios. En este trabajo demostraremos como la domótica en la actualidad solo parece ser asequible para personas de altos recursos y está compuesta por productos que no son viables para la economía de las personas provenientes de américa latina. En este contexto, y teniendo presente que habitamos en países en los que aún gran parte de su población trabajan en el área rural, se convierte en una necesidad el uso de esta tecnología para agilizar el ritmo de vida y entrar a la competencia productiva del mundo actual.

Palabras clave: agricultura, automatización, domótica, Latinoamérica, sistemas inteligentes.

Abstract

An intelligent system is that program that resembles the intelligence of a human being, being a term commonly used for expert systems or home automation systems. Knowing this, we must understand that home automation is a technique, which

through the technology applied in everyday processes is responsible for providing comfort and a better quality of life to its users. In this work we will demonstrate how home automation currently only seems to be affordable for people with high resources and is composed of products that are not viable for the economy of people from Latin America. In this context and bearing in mind that we live in countries where a large part of its population still works in the rural area, it becomes a necessity to use this technology to speed up the pace of life and enter the world's productive current competition.

Keywords: agriculture, automation, domotics, latin America

Introducción

El desarrollo de las tecnologías en el campo de la domótica, como la define la RAE (2014) es el conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda. Este campo crece a pasos de gigante, y aun cuando se puede ver que en el mundo desarrollado, la aceptación de este tipo de tecnologías, es exponencial, cabe preguntarse cómo es el comportamiento en un país como Colombia, donde se presenta una barrera económica que limita el valor adquisitivo y podría hacer de dichos bienes electrónicos un producto no

prioritario, a esto se puede sumar el desconocimiento de los beneficios económicos y de bienestar que podría traer, este acontecimiento hace que gracias al estado actual en el que se encuentra la domótica la llamemos no inclusiva, sesgando su adquisición a personas que no cuentan con los ingresos necesarios para adquirir estos beneficios, o no están en un nivel de educación suficiente para reconocer la existencia de la misma o de reflexionar el cómo podría mejorar su calidad de vida y productividad.

Este panorama hace que se continúe viendo tan lejana la posibilidad de vivir en un entorno automatizado, haciendo que la población mayor prescinda inmediatamente de esta clase de beneficios, especialmente aquellas personas que generación tras generación se han dedicado a trabajar en el campo, limitándose a heredar conocimientos para realizar manualmente sus procesos laborales e intentar sin ayuda de las nuevas tecnologías aumentar su productividad. Teniendo presente que los jóvenes, incluso los futuros herederos del campo tienen en su foco de atención los avances en cuanto a dispositivos electrónicos con interfaces llamativas y orientados a la telecomunicación, encontramos la posibilidad de entrar en una oportunidad demostrada en este trabajo: En los hogares de clase media y en el campo, especialmente en esta última ofreciendo alternativas más económicas de automatización, se puede contar con una gran cantidad de beneficios.

Domótica Inclusiva.

Se debe precisar que en el país la domótica no ha encontrado su lugar adecuado en el mercado teniendo la premisa de que en el país las viviendas que hacen uso de esta tecnología no conforman ni el 1% de las viviendas, un porcentaje bastante bajo ya que según la fuente "Transparency Market Research" señala que en el 2020 el valor global del mercado de la automatización para el hogar alcanzará los 21.67 mil millones de dólares", (Domótica aún no se impone. Baja demanda de casas inteligentes en Colombia, 14 2017).

En la actualidad no hay estudios acerca del panorama de la domótica en Colombia, sin embargo en el año 2007, la Universidad

Pontificia Bolivariana y el GIDATI, su grupo de investigación adscrito elaboró una investigación de mercado, siendo este uno de los documentos referentes para saber el estado y el interés de los consumidores en esta rama de la automatización, se implementó la recolección de información de fuente primaria, mediante encuesta, en tres de las principales ciudades del país, Santa fe de Bogotá, Barranquilla y Medellín. Esta encuesta demostró que para la época el mercado existente se ubicaba en los estratos 4, 5 y 6, para el estrato 6 la tendencia a adquirir estos sistemas era del 20.7%, en el estrato 5 era del 10% y en el 4 con 8.3%. Dando a suponer que los estratos 3, 2 y 1 tenían una tendencia menor a la adquisición de estos. En cuanto a las ciudades donde se realizó la encuesta se concluyó que la tendencia de adquirir estos sistemas fue en Bogotá del 13%, Medellín 10% y por último Barranquilla del 8% (Investigación del mercado domótico colombiano, 2007).

A pesar de los resultados expuestos previamente, y teniendo en cuenta que el mercado de la tecnología es muy competitivo gracias a la facilidad de acceso a esta, las tendencias cambian de forma constante haciendo que los costos de los productos disminuyan sustancialmente logrando así que el panorama de hace una década, sea diametralmente distinto en la actualidad y por esto es posible encontrar muchas empresas y emprendimientos, que vuelcan sus energías y razón de ser en el desarrollo y distribución de productos de domótica de precio asequible para estratos 3 y 4, incluso un caso particular que cabe mencionar es el de un grupo constructor de Viviendas de Interés Social (VIS) que implementó la domótica para la gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación mediante un dispositivo de comunicación inalámbrica, y citando en la misma referencia, "Nos dimos cuenta de que la población de estratos altos de Colombia es muy poca, entonces nos pareció que la tecnología no estaba permeando todas las clases sociales y los dispositivos solo llegaban a los más pudientes.

Fue la razón por la que nos dimos a la tarea de llevarlas a todos, sin importar sus recursos", este es un dispositivo completamente desarrollado en Colombia fabricado por la alianza de la constructora Mora e Ingenieros junto con la compañía Insiste, y en palabras de los responsables también se afirma "Esta

idea parte fundamentalmente de llevar las VIS a otro estrato para generar una inclusión social donde todos los avances tecnológicos están a la mano de cualquier persona. Para mí es muy importante el componente social”, indirectamente, como ayuda al comprador de vivienda, al ser esta empresa oferente del Ministerio de Vivienda, las personas que ganen entre 1 y 4 salarios mínimos legales vigentes (SMLMV) con derecho a subsidio de vivienda pueden adquirirla con tecnología de domótica incluida (Proponen viviendas de Interés Social con tecnología de punta, 20 2017).

Como emprendimiento, uno de los más notables es el de la empresa Domentia, diseñada por el ingeniero mecatrónico Armando Uribe, que desde una edad temprana y con recursos propios comenzó el diseño de su propia plataforma de domótica. El

experto en ingeniería electrónica, José Fernando Pérez Villa, líder del sistema de investigación de desarrollo tecnológico e innovación del SENA en la regional Valle, afirma que una de las ventajas de esta plataforma está el costo asequible, “vale la pena que ingenieros como Armando estén en función de desarrollar propuestas que se pongan en el mercado, especialmente porque lo que él busca es generar una plataforma de bajo costo para que personas de distintos estratos socioeconómicos puedan acceder” y agrega “Hoy en día encontramos fácilmente dispositivos que permiten automatizar espacios bajo ese concepto (domótica), pero son herramientas que tienen un costo elevado”. (El ingeniero caleño que inventó un sistema para que usted vigile su casa, 29 2019).

Se pueden encontrar aún más ejemplos de estudiantes de pregrado y posgrado pertenecientes a todo tipo de instituciones, que mediante trabajos de grado, donde involucran la elaboración de planes de negocio proyectan su interés en este campo de la automatización, con un fuerte énfasis en la integración de sistemas con un mercado objetivo para

personas de estrato 3, dentro de su metodología recurren a la encuesta para la toma de una muestra de la actualidad de este mercado, como ejemplo se tiene el sector de la Española en la ciudad de Bogotá, donde se encontró que el 91% de la población encuestada tiene interés en implementar sistemas de automatización, los restantes de la población no poseen el mismo interés, y ante la pregunta, Elija el rango de dinero que usted estaría dispuesto a invertir para implementar este tipo de automatización, se encontró que el 60% de los encuestados invertirán entre tres (3)



millones y cinco (5) millones.

Fig 1. Estudio de la cantidad de dinero que una persona está dispuesta a invertir para domótica en la Española (Bogotá).

El relevo generacional en el campo mediante sistemas inteligentes

La domótica como solución de tecnología implícita al área de la automatización está en el foco de interés de los colombianos. En Colombia un país donde la agroindustria es uno de los principales soportes económicos y una gran parte de la población pertenece al área rural, encontramos una gran oportunidad de avance para este sector al tener como premisa que los agricultores tienen una tendencia a heredar el campo a sus hijos, los cuales actualmente poseen mayor capacidad de integración al mundo tecnológico. En este capítulo, analizaremos la forma de como las nuevas generaciones ven el trabajo en el campo de la agricultura y sus principales problemáticas.

Así pues, se inicia plantear una respuesta sin llegar a la solución de cómo las nuevas tecnologías orientadas a la automatización pueden ayudar

a lograr estos cambios. tomando estudios no solo actuales como lo es (Revista CEPAL, 1995) en donde la "comisión económica para américa latina y el caribe" revisa el estado de la agricultura desde 1980 y la falta de personas jóvenes que inyecten en la agricultura dinamismo y energía, nos explican como la falta de recursos (Violencia, presión social, educación, salud, infraestructura, diversión, servicios públicos, entre otros) es un factor importante en la toma de decisiones por parte de la juventud para emigrar del área rural, otro factor poco estudiado (Martine Dirven, 2002) y con implicaciones son los tratados de libre comercio que afectan algunos sectores agrícolas (Gustavo Adolfo Díaz Valencia, 2011).

Tabla 1.

Distribución de la población rural y urbana en porcentaje en Colombia.).

País	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Colombia	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0

Tabla 1. Distribución de la población rural y urbana en porcentaje en Colombia.)

Nota. Recuperado de **CEPALSTAT Base de datos y publicaciones estadísticas. Con permisos de publicación libre.**

Tabla 2

Distribución de la población rural y urbana en porcentaje en "América latina" y "América latina y el caribe".

País	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
América Latina y el Caribe	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0

Tabla 2. Distribución de la población rural y urbana en porcentaje en "América latina" y "América latina y el caribe".

Nota. Recuperado de CEPALSTAT Base de datos y publicaciones estadísticas. Con permisos de publicación libre.

No solo la densidad poblacional que se evidencia en las imágenes está disminuyendo en el

área rural, sino que la población rural se está envejeciendo.

Todos estos problemas han dado cabida a mejoras en el agro, para lograr un aumento de producciones y lograr abastecer la creciente población. Es por esto que entidades gubernamentales y entidades privadas buscan la mejora constante en este sector impartiendo capacitaciones, buscando estrategias para que nuevas generaciones logren estar y quedarse en el campo, (FAO, 2014), estrategias como el aumento de producción mediante técnicas no convencionales ayudan no solo a la juventud sino a toda la agricultura (Agricultura de conservación, 2019).

Estrategias como la tecnificación y las formas de producción agrícolas en Colombia son un punto de desarrollo importante para tener un sector

competitivo. (Ligia Alba Melo-Becerra, 2015).

El mayor crecimiento en este sector se podría estar empezando a ver en estos años venideros con la transferencia tecnológica (7. Youth Ag Summit, al campo, caracol radio) en aumento, la implementación de la recolección de información con el Big Data y soluciones que ayuden a la integración de estas tecnologías; aquí es donde

la domótica juega un papel importante.

Como hemos venido hablando tenemos tres problemas principales, la falta de personas jóvenes en el agro, el envejecimiento, migración de las personas del agro y la falta de tecnificación agrícola. Pero

las tecnologías actuales nos podrían ayudar a mejorar estos aspectos con la ayuda de los ya existentes programas que tienen los gobiernos, por esto la domótica juega un papel importante que permite registrar información, y con la manipulación de esos datos poder tecnificar procesos y aumentar los recursos obtenidos (Paulo Andrés Rincón Vieda, 2017), así mismo, la capacidad de conectar estos datos a bases de datos más grandes que nos permitan una actualización del proceso agrícola y aplicación de las mejoras constantes en lugares de investigación, la posibilidad de ejecutar acciones programadas y autónomas en un sistema y la capacidad de integración con recordatorios, estas son algunas cosas en las que la domótica nos puede ayudar.

Al tener toda esta información recopilada desde los mismos cultivos donde se aplican las tecnologías y los entes investigadores, se puede lograr una reducción en la brecha generacional que se tiene, mitigando el problema en el aprendizaje, ya que la información estaría siempre allí y por ende la experiencia no sería un factor crítico a la hora de la toma de decisiones.

Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas y viendo el deseo de las personas de contar con este tipo de tecnologías como ayuda a su cotidianidad, se considera que la construcción de equipos o plataformas con las cual se pueda automatizar un espacio habitable, ya sea hogar o en el campo de la agricultura con precios alcanzables es un buen nicho de mercado y una buena oportunidad de aporte al crecimiento en cuestión de tecnologías. También encontramos en el campo de la domótica inclusiva una lista de bondades ofrecidas para una cultura similar a la nuestra adoptando esta ayuda:

Disminución de tiempo en la elaboración de tareas cotidianas.

Control de consumo de servicios básicos y opción de obtención de planes para el mejoramiento del uso de los mismos.

Y desde la adaptación de la automatización de procesos en la agricultura encontramos:

Ahorro de tiempo de trabajos manuales.

Automatización de líneas de trabajo.

Control de los datos esenciales para permitir que cultivos o animales siempre estén en condiciones óptimas.

Ahorro de recursos al graduar sistemáticamente el uso de los mismos.

Creación de reglas para evitar el factor humano en el momento de tareas reiterativas para cuidar los recursos.

Referencias Bibliográficas

Real Academia Española, RAE (2014). Domótica. En Diccionario de la lengua española, 23ª ed. Madrid: Espasa. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=E7W0v9b>

Domótica aún no se impone. Baja demanda de casas inteligentes en Colombia (2017, 6 de agosto). El Nuevo Siglo. Recuperado de <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/08-2017-baja-demanda-decasas-inteligentes-en-colombia>

Proponen viviendas de Interés Social con tecnología de punta (2017, 20 de diciembre). El Tiempo. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/proponen-construir-en-medellin-viviendas-de-interes-social-con-tecnologia-de-punta-163628>

El ingeniero caleño que inventó un sistema para que usted vigile su casa (2019, 29 de septiembre). El País. Recuperado de <https://www.elpais.com.co/educacion/el-ingeniero-caleno-que-invento-un-sistema-para-que-usted-vigile-su-casa.html>
Gómez, A. (2019). Estudio de previabilidad para la creación de un startup de domótica en Colombia (tesis de posgrado). Universidad EAFIT, Medellín, Antioquia, Colombia.

Cifuentes, E, & Román, W, & Romero, S. (2018) Estudio de prefactibilidad para implementar sistemas domóticos en las casas del sector de La Española en la ciudad de Bogotá para potenciar el bienestar humano y el medio ambiente.

Uribe, I, & Correa, M. (2007) Investigación del

mercado doméstico colombiano. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2668707>

Aníbal pinto. (abril 1995). Expectativas de la juventud y el desarrollo rural. Revista de la CEPAL, 55, 123-138.

Martine Dirven. (diciembre de 2002). Las prácticas de herencia de tierras agrícolas: ¿una razón más para el éxodo de la juventud? Santiago de Chile: Naciones unidas.

Gustavo Adolfo Díaz Valencia. (2 de diciembre de 2011). Impacto del TLC con Estados Unidos en el sector agrícola colombiano, más riesgos que oportunidades (caso arroz). CIFE, 20, 28. 20 de octubre de 2019, De CIFE Base de datos.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Los Jóvenes y la Agricultura: Desafíos clave y soluciones concretas. Vialle delle Terme di Caracalla, 00153 ROMA, ITALIA: FAO.

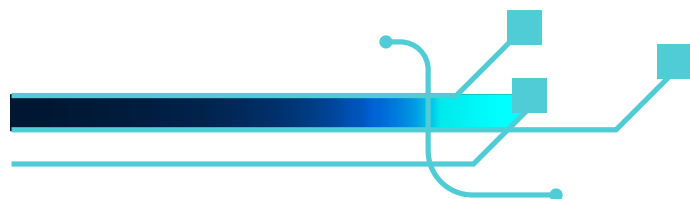
FAO. Agricultura de conservación, una nueva técnica que une generaciones. octubre de 2019, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/in-action/conservation-agriculture-a-new-technology-linking-generations/es/>

Ligia Alba Melo-Becerra, Antonio Jose Orozco-Gallo. (2015). Eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria en Colombia. Bogotá, Colombia: Banco de la república de Colombia.

Rodríguez, Luis Enrique. (2019, octubre 9). Jóvenes que aman el campo y luchan contra el hambre. Recuperado de https://caracol.com.co/programa/2019/09/07/alcampo/1567855299_403819.html

Paulo Andrés Rincón Vieda. (2017). AUTOMATIZACIÓN DE INVERNADERO PARA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON TECNOLOGÍA DE PUNTA A BAJO COSTO. Colombia.

Naciones Unidas. (2000). Base de datos y publicaciones estadísticas. Septiembre 2019, de CEPAL Sitio web: https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/buscador.asp?string_búsqueda=censos



CRÉDITOS

COMITÉ EVALUADOR

Giovanni Arturo López Izasa, PhD. Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Carlos Alberto Romero, PhD, Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Lucero Trujillo Casallas, MSc. Ing., Universidad del Meta
Iván Yesid Moreno, MSc Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Yamal Mustafá PhD. Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Edgar Alonso Salazar PhD. Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Juliana Muriel Montes, Esp. Ing. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Carlos Andres Cortes. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Martha Elizabeth Cortés Rico, MSc(c) Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Breyner Largo. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Lesli Biviana Acosta Agudelo. Mg. Ing. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Juan Carlos García Buitrago. MSc(c). Ing. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR

Juan Carlos García Buitrago, MSc. Ing. Líder SENNOVA - Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Investigadora, Universidad Tecnológica de Pereira

GRUPO APOYO EDITORIAL:

Juliana Muriel Montes, Esp. Ing. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Lesli Biviana Acosta Agudelo. Mg. Ing. Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Mg. Miguel Camilo Fisgativa Avendaño Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Lic. Santiago Cardona Marín Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

CORRECCION AL INGLES

Juan David Mendieta, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

CORRECCION AL FRANCES

María Juliana Rodríguez, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

CORRECCION DE ESTILO

Elana Zuleta Mg. Universidad de Comfamiliar

COMITÉ CIENTIFICO

M.Sc. Aurora Sofia redondo Ramirez, merivas@sena.edu.co
M.Sc. Juan Carlos García Buitrago, jcgarciab@misena.edu.co
Magister, Ingeniera Martha Elizabeth Cortes Rico, mcortesrico@misena.edu.co
Magister, Ingeniera Blanca Ines Martinez Lopez, blancainesm8@gmail.com
Magister, Ingeniera Lesli Biviana Acosta Agudelo, bivianaacosta42@gmail.com
Doctora en Ciencias Físicas. Lina María Franco Arias, Universidad de Buenos Aires
Doctor en Ciencias en Físicas. Andrés Arias Duran, Universidad de Buenos Aires

AUTORIDADES ACADEMICAS

Carlos Mario Estrada Molina, Director General Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Haiden de Jesús Castillo, Director Regional Risaralda Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Oscar Alberto Sánchez López, Subdirector SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI

DISEÑO EDITORIAL

Diseño gráfico - Diagramación Santiago

Cardona Marín Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Miguel Camilo Fisgativa Abendaño Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial - CDITI Servicio Nacional de Aprendizaje SENA



