

Revista urabá

Ciencia y Desarrollo



SENA - Regional Antioquia

Complejo Tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico - Apartadó

Volumen 2 -Número 1 Enero-Diciembre 2018 ISSN: 2665-1599



SENA Comunica



SENA





Servicio Nacional de Aprendizaje - **SENA**
Complejo tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico

REVISTA URABÁ CIENCIA Y DESARROLLO

Revista Urabá Ciencia y Desarrollo
Rev. Urabá Cienc. Desarro. Vol. 2. N° 1
Diciembre, 2018. ISSN: 2665-1599



REVISTA URABÁ CIENCIA Y DESARROLLO

Periodicidad anual

ISSN: 2665-1599

Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Regional Antioquia

Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación-Sennova

Grupo de investigación, Innovación y Desarrollo para la subregión del Urabá- Abibe

Km 1. Vía a Turbo. Apartadó

Teléfono: (094) 8280072 Ext. 44222

E-mail: revistauraba@sena.edu.co

Apartadó, Antioquia- Colombia



Revista Urabá
Ciencia y Desarrollo

ISSN: 2665-1599
Periodicidad: anual
Servicio Nacional de Aprendizaje-Sena

Dirección de correspondencia
Km 1 vía a Turbo
Apartadó, Antioquia, Colombia

Carlos Mario Estrada Molina
Director General SENA

Emilio Eliécer Navia Zúñiga
**Coordinador del Sistema de Investigación, Desarrollo
Tecnológico e Innovación SENNOVA**

Juan Felipe Rendón Ochoa
Director Regional Antioquia

Elkin Humberto Granada Jiménez
**Subdirector Complejo Tecnológico
Agroindustrial Pecuario y Turístico**

Luz Helena Patiño Orozco
Coordinador Académica

Santiago Zapata Castillo
Coordinador Académica

Mauricio Valencia Galvis
Líder Sennova de Centro

Grupo de Investigación, Innovación y Desarrollo
para la Subregión del Urabá
ISSN: 2665-1599

Reservados todos los derechos. Prohibida su
reproducción parcial o total salvo con fines
educativos.
El contenido de éste documento informativo
corresponde a los autores y no implica una posición
Institucional del SENA

Editor: Lina María Sánchez Cardozo

COMITÉ CIENTÍFICO

Deyci Carolina Muñoz Agudelo. Ingeniera Agrónoma.
Especialista en Formulación de proyectos. Master (E) en
Biotecnología de Worcester State University. USA.

Mónica Obregón Barrios. Ingeniera Agrónoma. Magister
en Ciencias Agrarias. Est. de Doctorado en Botánica
Aplicada. Universidad Federal de Lavras – Brasil.

Carolina González Gordon. Ingeniera Administrativa.
Analista de Planeación Financiera. Seguros – SURA.
Est. Maestría en Finanzas. Universidad de Antioquia -
Medellín.

Gabriela Jaramillo Zapata. Bióloga. Magister en Biología.
Coordinadora Research and Development, Bussines
Center North. BASF Química.

Ofelia María Quejada Durango. Ingeniera Informática.
Magister en Elearning. Complejo Tecnológico
Agroindustrial Pecuario y Turístico- SENA.

Diana Esther Buendía Lara. Profesional en Acuicultura.
Magister en Acuicultura y Ecología Acuática Tropical.
Docente Catedra - Universidad de Córdoba.

COMITÉ EDITORIAL

Slim Camilo Álvarez Alarcón
Nohora Margarita Amado Lemus
Lina María Sánchez Cardozo

Tabla de Contenido

Editorial

Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) para el manejo nutricional en sistemas agrícolas productivos: revisión <i>Roberto Antonio González Gordon, Eddie Yacir Álvarez Albanez; Juan José Pérez Zapata, Elizabeth Gilchrist Ramelli; Dario Antonio Castañeda Sánchez; Jaiver Danilo Sánchez Torres</i>	7
Estimacion de la variabilidad genetica en plantas de ñame regeneradas por embriogenesis somatica <i>Eder Durango Ballesteros, Carlos Durango Ballesteros</i>	17
Diagnóstico del consumo energético en el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario Y Turístico-SENA Apartadó, Antioquia, Colombia. <i>Osmer David Núñez Julio, Olivia Janeth Rivas Rocha, Jorge Alirio Barbosa Remolina, Lina María Sánchez Cardozo</i>	24
Responsabilidad social vs objetivos económico de las organizaciones <i>Humberto Gutiérrez Ramírez</i>	33
Evaluación de componentes biológicamente activos (Radifarm nf®) en el desarrollo de plántulas de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) <i>Roberto González Gordon, Slim Camilo Álvarez Alarcón, Daniel Vargas Rodríguez, Jhonatan Franco Sena, Wilmar Restrepo Restrepo, Lina María Sánchez Cardozo</i>	41
Análisis de las dificultades de aprendizaje en las matemáticas en la población estudiantil <i>Carlos Alberto Zapata Jiménez, Lizeth Lorena Muñoz Villarreal</i>	52
Contaminación de fuentes hídricas provocadas por agroquímicos en Colombia: revisión <i>Lizeth Lorena Muñoz Villareal; Slim Camilo Álvarez Alarcón y Roberto Antonio González Gordon</i>	61
Elaboración de una aplicación con programación web que optimice el entrenamiento deportivo en el fútbol Fase 2 <i>Jhoan David Galarcio Martínez, Fernando Antonio Moya García, Alvin Bernardo Cardona Torres y Muricio Valencia Galvis</i>	69
La investigación social como construcción de paz en el Urabá Antioqueño: Reflexión <i>Juan Pablo Londoño Palacio</i>	81
Fortalecimiento de las habilidades interpersonales, habilidades blandas o Soft Skills, en los aprendices del SENA: Un método grupal como herramienta práctica para el desarrollo del individuo y el colectivo <i>Rocío del Carmen Guerrero Pinedo y Gabriela Jaramillo Zapata</i>	84
<i>Instrucciones para autores</i>	89



Presentación

En el año 2018 el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico presenta su segunda edición de la Revista Urabá, Ciencia y Desarrollo, creada no sólo para la divulgación de investigaciones realizadas por aprendices e instructores del SENA en Apartadó, Antioquia; sino que también, es un medio para la divulgación de resultados científicos realizados por investigadores de la región, la cual ha sido pensada para dar a conocer todo el potencial científico de un territorio con diversidad inexplorada y con una gran cantidad de temas por investigar, a manera de ejemplo cito lo que dice Blanco (2013) durante la expedición realizada en Antioquia por diferentes investigadores y entidades, donde se establece que el Golfo del Urabá, se considera como una gran área de complejidad biofísica, que contrasta con el limitado conocimiento que se tiene de su biota y ecosistemas, donde, a pesar de los esfuerzos científicos de las instituciones de la región, todavía falta mucho por conocer, debido a que el número de estudios biológicos realizados en el Golfo es significativamente menor al realizado en la Ciénaga Grande de Santa Marta, que es aproximadamente tres veces más pequeña que el Golfo. Además, establece que no existe un compendio sistemático que integre el conocimiento de las disciplinas, sobre la ecología de los ecosistemas costeros y marinos. La mejor aproximación realizada hasta el momento es el “Atlas del Golfo de Urabá”, que posee un carácter enciclopédico descriptivo y multidisciplinario. Blanco (2013) también afirma que: “este grado de desconocimiento es todavía más sorprendente cuando se compara con los ecosistemas terrestres de Antioquia, su flora y fauna vertebrada e invertebrada (principalmente insectos)” (p.12).

Por tanto, cada año, la investigación para el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico es un reto de estudio para que investigadores, instructores y aprendices pongan en práctica sus conocimientos en pro de la ciencia en la Región, siendo un lugar que se vislumbra como una de las principales zonas portuarias para el departamento y donde la diversidad no sólo incluye los temas biológicos y marinos, sino también, tecnológicos, sociales y culturales que hacen de Urabá la mejor esquina de América.

Para esta segunda edición de la revista se presentan los resultados de investigaciones científicas de aprendices e instructores del Complejo, quienes realizan sus estudios con pasión, esfuerzo, dedicación y vínculo fraternal con otras instituciones no sólo del Urabá, sino de todo el país.

Sus estudios están encaminados a contribuir al desarrollo de la región y a generar nuevo conocimiento que contribuya no sólo a la zona sino a un país entero, en este volumen número dos, tendremos temas que responden a los criterios del factor investigación en los procesos de Autoevaluación, Registro calificado y la Acreditación de alta calidad para cumplir exigencias del Ministerio de Educación; donde, se podrán leer artículos de diferentes tipos como son de investigación aplicada, innovación tecnológica y reflexión que responden a la búsqueda de soluciones a necesidades, problemas y cuestionamientos agropecuarios, genéticos, energéticos, de responsabilidad social, ambientales, matemáticos, tecnológicos y pedagógicos; los cuales son apenas una muestra de la diversidad de conocimientos científicos que se gestan cada año en nuestras instalaciones y donde se puede evidenciar en cada uno de nuestros investigadores día a día la frase de Carl Sagan que dice: “La ciencia es más que un simple conjunto de conocimientos: es una manera de pensar”.

Cada día vemos como los aprendices del SENA se caracterizan por la búsqueda de soluciones prácticas en su vida diaria, cómo sus ideas son reconocidas y escuchadas por diferentes comunidades científicas, no sólo del país, sino a nivel internacional, esto se ve reflejado en el impacto positivo que dejan cuando salen a presentar sus proyectos y dan a conocer sus ideas, la presentación de éstas ideas hace ruborizar la piel de cada uno de los instructores que orientan y asesoran a los aprendices, siendo la construcción de conocimiento, no sólo de una o dos persona, sino la construcción en grupo de una fórmula matemática que incluye la suma de: aprendices, instructores, asesores de investigación, administrativos y hasta la familia de cada uno de ellos, que construyen en cada aprendiz, para que el resultado sea la gestación de nuevo conocimiento, no sólo a nivel

científico sino también de formación personal, característica propia de lo que es la base de la educación en el SENA, la Formación Profesional Integral.

Por tanto, se puede decir que en el SENA, la investigación no sólo obtiene como resultado nuevo conocimiento para la ciencia sino que se forma en cada uno de los aprendices: carácter, criterio científico, perseverancia y capacidad para tomar decisiones en su vida laboral con firmeza para hacer de ésta región y el país cada día un lugar más próspero.

Se espera que cada persona que lea éstas páginas adquiera conocimiento y también pueda imaginar el esfuerzo y la dedicación de cada uno de los investigadores que participan en la creación de esta obra, como la representación de una raza diversa, próspera y con ganas de salir adelante característico de los Urabaenses.

Elkin Humberto Granada Jiménez
Subdirector

Complejo Tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico

Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) para el manejo nutricional en sistemas agrícolas productivos: revisión

Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional management in tropical crops: a review

Roberto Antonio González Gordon ^{1*}, Eddie Yacir Álvarez Albanez¹; Juan José Pérez Zapata²; Elizabeth Gilchrist Ramelli¹; Dario Antonio Castañeda Sánchez; Jaiver Danilo Sánchez Torres³

Resumen

La nutrición en los cultivos es uno de los factores más importantes en la producción, rendimiento y calidad del producto, y para ello, existen varios métodos de evaluación que permiten realizar un diagnóstico nutricional de los cultivos y manejo del suelo. El método experimental clásico, permite comparar varios tratamientos bajo condiciones específicas del ambiente y probablemente, este ha sido el principal instrumento metodológico seguido durante muchos años. Sin embargo, su aplicación en campo ha sido limitada, debido a que numerosos factores incontrolables e interactuantes no han sido evaluados o establecidos simultáneamente y son simplemente incluidos como estimaciones del error experimental. De acuerdo a lo anterior se han planteado diferentes métodos, entre ellos el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS). Esta revisión presenta los principales conceptos y aplicaciones del DRIS en el diagnóstico nutricional de cultivos tropicales, indicando las ventajas y las falencias o limitaciones que pueda presentar.

Palabras clave: balance nutricional, índices, análisis foliar, relación.

Abstract

Crop nutrition is one of the most important factors in the production, yield and quality of the product, and for this, there are several methods of evaluation that allow you to perform a nutritional diagnostic of crops and soil management. The classic experimental method, enables you to compare several treatments under specific of the environment and probably, this has been the main methodological instrument followed for many years. However, their application in the field has been limited, due to numerous uncontrollable and interacting factors have not been evaluated or established simultaneously and are simply included as estimates of the experimental error. According to the above, different methods have been raised, like the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). This review presents the key concepts and applications of the DRIS in the Nutritional Diagnostic of tropical crops, indicating the advantages and shortcomings or limitations that may be presented.

Keywords: nutritional balance, indexes, foliar analysis, relations.

Introducción

El DRIS (Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación) fue propuesto originalmente por Beaufils (1973) a partir de estudios en fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de cacho en Vietnam, y posteriormente en cultivos de caña de azúcar y maíz

en Suráfrica (Beaufils y Sumner 1976, 1977). Este método se basa en la relación entre los nutrientes, en lugar de la concentración absoluta o individual, para la interpretación de análisis de tejidos (Chacón *et al.*, 2012). De acuerdo a Beaufils (1971), cualquier cambio en las condiciones del complejo y la dinámica del sistema planta-ambiente, influenciadas o no por el

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario Y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Grupo de investigación Fitotecnia Tropical y ABIBE Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784.

²Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Grupo de Investigación Fitotecnia Tropical. AA: 567. Código postal 050034. Calle 59ª 63-20, Bloque 11, of. 117-16.

³Asociación de Bananeros de Colombia, Centro de Investigaciones del Banano. Conjunto Residencial los Almendros kilómetro 3 Vía Carea Apartadó

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: roagonzalezgo@unal.edu.co; ragonzalezgo@sena.edu.co (R. A. González-Gordon).



hombre, consisten realmente en un tratamiento. Por lo tanto, cualquier tipo de factor debe ser estudiado sin distinción. Por lo mencionado anteriormente, se propone el siguiente esquema:

- ❖ Los lugares y los componentes actuales del sistema, son considerados análogos a las repeticiones de un experimento tradicional, ilimitados en su número (suficientemente grande) y localizados aleatoriamente (en cualquier lugar).
- ❖ los tratamientos, basados en varias referencias, representan cualquier tipo de información derivada de situaciones controladas, las cuales pueden o no haber sido deliberadamente provocadas.

Se han tomado dos aproximaciones diferentes en el establecimiento de los índices de diagnóstico, si los caracteres considerados, pertenecen a causas primarias (suelo, clima y prácticas de manejo) o bien, provienen de efectos resultantes de la composición del tejido vegetal, obtenido a través de análisis de laboratorio, dichos efectos, son considerados como causas secundarias, debido a su acción decisiva en el rendimiento de los cultivos, considerado como efecto final (Beaufils, 1973). El sistema diseñado de esta manera, permite estudiar las siguientes relaciones (presentadas de una manera esquemática) (Sumner, 1977):

- ❖ Propiedades del suelo → Respuesta de la planta → Rendimiento.
- ❖ Condiciones climáticas → Respuesta de la planta → Rendimiento.
- ❖ Prácticas agronómicas → Respuesta de la planta → Rendimiento.
- ❖ Tratamientos al suelo → Propiedades del suelo → Respuesta del suelo.
- ❖ Respuesta del suelo + Condiciones climáticas + Prácticas Agronómicas.
- ❖ Respuesta de la planta (sumatoria de caracteres internos) → Rendimiento.

En estas relaciones, las calibraciones son progresivamente establecidas y refinadas. Este esquema, permite ganar un mayor control sobre los limitantes del rendimiento, referentes al diseño de cualquier tipo de experimento y la simulación de sus condiciones particulares. Cuando las condiciones son reproducidas en un computador, se hace posible el estudio, de manera similar a la de un laboratorio, la influencia individual e interactuante de un gran número de factores relacionados con el rendimiento, bajo un conjunto de condiciones controlables o no. Por ejemplo, la influencia de las aplicaciones de fósforo en

la respuesta del suelo, los caracteres internos de la planta y el rendimiento para un determinado cultivar con límites definidos en el contenido de arcilla, la acidez del suelo y el contenido de Al, K, Ca, Mg, S, Na, etc. del suelo, bajo determinadas condiciones de precipitación, altitud, temperatura y prácticas de manejo, etc. (Beaufils, 1973). En la realidad, Beaufils (1973) muestra que, al tener disponible suficiente información aleatoria, se hace más fácil preseleccionar todas las observaciones correspondientes a las condiciones deseadas, utilizando intervalos de clase para cada parámetro considerado.

Según Sumner (1977), el DRIS consiste en un conjunto integrado de normas, desarrolladas para evaluar el estado nutricional de un cultivo. Estas normas representan las calibraciones de la composición del tejido de la planta, el suelo, los parámetros del medio ambiente y las prácticas culturales, como funciones de la producción obtenida por un cultivo en particular. Por lo tanto, el DRIS integra más íntimamente el balance nutricional de la planta y el suelo e incorpora, otros factores tales como la edad de la planta y el clima en el diagnóstico, permitiendo así, hacer recomendaciones confiables sobre el manejo de los cultivos.

Aplicación de las normas DRIS

Los métodos convencionales para la interpretación de análisis de tejido foliar, realizan la comparación de la concentración de nutrientes en el tejido de la planta, con valores de referencia como los niveles críticos o rangos de suficiencia. Estas concentraciones de nutrientes se pueden encontrar muy por debajo o por encima de los valores de referencia y esto, se puede asociar con la disminución del crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos (Teixeira *et al.*, 2007). Además, no se tiene en cuenta el balance de los elementos nutritivos y su relación con los datos de producción o de rendimiento. (Rodríguez, 1997; Rodríguez *et al.*, 1997 y Nayak *et al.*, 2011). Según Tuner, (1988), el nivel crítico de un elemento nutritivo, es un rango que indica una producción limitada (niveles bajos) y una producción óptima (niveles adecuados) del cultivo (López, 1999).

El sistema DRIS, es un método que utiliza proporciones de nutrientes, en lugar de concentraciones absolutas o individuales de estos, para la interpretación de análisis de tejido vegetal (Mourão, 2004). Con la aplicación de esta metodología, es posible relacionar adicionalmente un elevado número de caracteres internos y externos de las plantas, bajo condiciones restringidas o no (Beaufils, 1973). Como base teórica, el método DRIS expresa los resultados del diagnóstico nutricional vegetal mediante índices, que se representan en una escala numérica continua, el

efecto de cada nutriente en el balance nutricional de la planta (estos índices son representados por valores adimensionales positivos o negativos). En resumen, Mourão (2004), indica que el método tiene en cuenta las siguientes premisas:

- ❖ Las proporciones de nutrientes son mejores indicadores de deficiencia nutricional que los valores de concentraciones aislados.
- ❖ Algunas proporciones son más importantes o significativas que otras.
- ❖ Los máximos rendimientos solo se obtienen cuando las proporciones de los nutrientes están cerca de valores ideales u óptimos, los cuales provienen de poblaciones seleccionadas con los mayores rendimientos.
- ❖ Como consecuencia de lo establecido en la variación de la proporción de un nutriente, es menor en altos rendimientos (población de referencia) que en una población con bajos rendimientos y las relaciones entre varianzas de población de alto y bajo rendimiento pueden ser usados en la selección de proporciones de nutrientes significativos.
- ❖ Los índices DRIS pueden ser calculados individualmente, para cada nutriente, usando la desviación media de la proporción del nutriente obtenido de la comparación, con el valor óptimo de una proporción de nutriente dado; siendo cero (0.0) el valor ideal del índice DRIS para cada nutriente.

Diversos autores han utilizado este sistema para generar normas de diagnóstico de tejidos en una gran variedad de cultivos perennes (Rodríguez, 2009). A continuación, en la tabla 1, se describen algunos de los cultivos tropicales que cuentan con las normas de diagnóstico.

Desarrollo de las normas e índices DRIS

El primer paso para el desarrollo de cualquier método de diagnóstico nutricional es el establecimiento de estándares o normas. Las normas DRIS siempre se obtienen de una población de alto rendimiento, denominada población de referencia. La cual, es seleccionada de una población estándar, más amplia. La base de datos para la definición de las normas podría tener un tamaño variable, en función de las premisas adoptadas en el método y estas, pueden ser uniformes, referentes a las características del cultivo. Las normas obtenidas a partir de una amplia base de datos derivada de diferentes tipos de suelos, climas y cultivares, usualmente no puede ser generalizada y debe ser considerada representativa, solo si incluye toda la variabilidad de la población. En consecuencia, estos atributos, pueden ser previamente definidos y así

tomados (muestreados) para formar la base de datos. Diversas Investigaciones han revelado que la selección de la población de referencia es un factor importante para la eficacia y el éxito del sistema DRIS. Walworth & Sumner (1987) afirman que el límite para separar la muestra que conformará la población de referencia separar dos grupos de poblaciones debe ser elegido arbitrariamente, debido a que la población debería presentar una distribución normal. Otros autores recomiendan que la población de referencia debería contener al menos, el 10% de las muestras con los mayores rendimientos de la base de datos global (Letzsch y Sumner, 1984; Ribeiro, 2008); mientras que Malavolta y Malavolta (1989) recomiendan seleccionar la población ubicada en la franja del 80 al 100% del máximo rendimiento observado.

Tabla 1. Cultivos del trópico con normas de diagnóstico DRIS

Cultivo	Referencia
<i>Hevea brasiliensis</i>	Chacón <i>et al.</i> , (2012)
Arboles forestales	Pohl y Kaupenjohann 1999
<i>Coffea arabica</i> y <i>Coffea canephora</i>	Arizaleta <i>et al.</i> , 2002, Arboleda <i>et al.</i> , 1988, Braganca y Da Costa, 1996, Da Costa y Prezotti, 1997
<i>Musa AAB</i> Simonds	Rodríguez y Rodríguez, 1997, 1998a, 1998b, Hernández <i>et al.</i> , 2004, Rodríguez <i>et al.</i> , 1998a, 1998b, 1999a, 1999b, 2004, 2005, 2007 y Rodríguez, 2003, 2009
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	Herrera y Camacho, 2015

El tamaño de la base de datos no está directamente relacionado con un estándar de calidad (por ejemplo: las normas DRIS en maíz desarrolladas con una población de referencia alrededor de 10 observaciones que presentaban rendimientos; superiores a las 18 t/ha, fueron más representativas y eficientes que las normas derivadas de bases de datos amplias). Investigaciones en DRIS reportan para la contrición de la norma el uso de datos que van desde 24 a más de 2800 observaciones dependiendo de la extensión del cultivo y la especie (evitando afectar negativamente la eficiencia del diagnóstico) (Mourão, 2004). A pesar de la cantidad de datos, el número de observación es el aspecto más importante. Por otro lado, la elección de la población o base de datos para la definición de las normas puede ser subdividida en dos subpoblaciones.

1. Población de referencia, es la base de datos conformada por plantas que presentan rendimientos significativamente altos en comparación con un nivel arbitrariamente establecido.
2. Población estándar, son las muestras que no se comparan con la población referencia a través del índice DRIS, dentro de las cuales se puede incluir muestras de la población referencia.

Según lo propone Reis (2002); Leite, (1992) y Letzsch y Sumner (1984), es de gran importancia, primero generar normas locales, ya que resulta mucho más fácil, que la búsqueda de normas universales así se hayan generado con tamaños de muestra grandes. Las normas DRIS son originadas a partir de la población de referencia, en otras palabras, la relación entre todos los pares de nutrientes y sus respectivas desviaciones estándar y coeficiente de variación, se obtienen para la población de referencia. Para el establecimiento de las relaciones entre los nutrientes, se realizan pruebas de comparación de varianzas de cara relación en particular (A/B o $A*B$) que presentan mayor variabilidad ya que abarca un mayor rango de población. Según Beaufils, (1957); Rodríguez y Rodríguez (1998a, 1998b) y Rodríguez *et al.*, (1998), en el caso de las relaciones entre pares de nutrientes (A/B o B/A), ó productos ($A \times B$, ó $B \times A$), la prueba de discriminación de la varianza califica la mayor relación de varianzas entre el grupo de menor rendimiento y el de mayor rendimiento para cualquier forma de expresión (A/B o B/A) de la siguiente forma:

Si: $S_1^2\left(\frac{A}{B}\right) > S_1^2\left(\frac{B}{A}\right) \rightarrow$ relación a utilizarse como forma $\rightarrow A/B$

Si: $S_1^2\left(\frac{A}{B}\right) < S_1^2\left(\frac{B}{A}\right) \rightarrow$ relación a utilizarse como norma $\rightarrow B/A$

De los valores de A/B o de B/A , en la subpoblación de altos rendimientos

Donde:

$S_1^2\left(\frac{A}{B}\right)$ = Varianza de los valores de A/B en la subpoblación de menor rendimiento

$S_2^2\left(\frac{A}{B}\right)$ = Varianza de los valores de A/B en la subpoblación de máximo rendimiento

$S_1^2\left(\frac{B}{A}\right)$ = Varianza de los valores de B/A en la subpoblación de menor rendimiento

$S_2^2\left(\frac{B}{A}\right)$ = Varianza de los valores de B/A en la subpoblación de máximo rendimiento

Para establecer la relación y forma de expresión entre pares de nutrientes, Rodríguez y Rodríguez (1997) y Chacón *et al.*, (2012), recomiendan como cocientes, se utilizarían las relaciones de los nutrientes que tienen la misma tendencia de disminuir con la edad (nutrientes móviles, N, P, K, Mg, S) o de acumularse con la edad (el resto). Como productos, se utilizarían las relaciones que divergen con la edad. La relación entre un par de nutrientes puede ser directa o inversa. Las concentraciones de N y P, pueden ser relacionadas como la proporción N/P o P/N . Por ejemplo, en el DRIS, para agilizar el proceso manual del cálculo de la norma, cada par de nutrientes es discriminado por solamente una expresión. Son varios los criterios, que permiten seleccionar la expresión adecuada y el más usado es el de la proporción de amplitud de la varianza entre las poblaciones referencia y estándar (Mourão, 2004). El diagnóstico nutricional se puede realizar a través de dos formas: gráficos DRIS e índices DRIS. Los primeros son empleados únicamente para tres nutrientes y sus proporciones; En cambio los índices, se utilizan para todos los nutrientes con sus respectivas proporciones (Mourão, 2004). Los índices DRIS, se calculan en dos pasos:

- ❖ Las funciones para cada par de nutrientes.
- ❖ La suma de las funciones involucrando a cada nutriente.

Ejemplo: Hipotéticamente los índices se calculan de la A a N nutrientes, mediante las expresiones presentadas en la Tabla 2 (Mourão, 2004):

Tabla 2. Expresiones para la estimación del índice DRIS de cada nutriente, obtenido del efecto de las relaciones entre todos los pares de nutrientes.

Índices y Funciones	Formula
IA ⁽¹⁾	$\frac{(f(A/B))^{(2)} + f\left(\frac{A}{C}\right) + f\left(\frac{A}{D}\right) \dots + f\left(\frac{A}{N}\right)}{Z^{(3)}}$
IB ⁽⁴⁾	$\frac{-(f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{B}{C}\right) + f\left(\frac{B}{D}\right) \dots + f\left(\frac{B}{N}\right))}{Z}$
IN ⁽⁵⁾	$\frac{-(f\left(\frac{A}{N}\right) - f\left(\frac{B}{N}\right) + f\left(\frac{C}{N}\right) \dots - f\left(\frac{M}{N}\right))}{Z}$
F(A/B) ⁽⁶⁾	$\frac{\left(\frac{A}{B}-1\right)}{a/b} * 1000/cv^{(8)}$
F(A/B) ⁽⁷⁾	$\frac{\left(1-\frac{a}{b}\right)}{A/B} * 1000/cv$

⁽¹⁾Es el Índice del nutriente A, ⁽²⁾ Función que relaciona la proporción de los nutrientes A y B de la norma, con respecto a la población estándar, ⁽³⁾ Número de funciones que componen el índice, ⁽⁴⁾ Índice del nutriente B, ⁽⁵⁾ Índice del nutriente N, ⁽⁶⁾ Estimación de

la relación cuando la proporción del par de nutrientes en la población de referencia (a/b), es menor que en la de la población estándar (A/B), ⁽⁷⁾ Estimación de la relación cuando la proporción del par de nutrientes en la población estándar (A/B), es menor que en la de referencia (a/b), ⁽⁸⁾ Coeficiente de variación de la población de referencia.

En estas ecuaciones, A/B es la proporción de nutriente en el tejido para ser diagnosticado; a/b es el valor óptimo o norma de esa determinada proporción; CV es el coeficiente de variación presentado por las proporciones de nutrientes asociados con la población de referencia; y Z es el número de funciones que componen el índice de nutrientes. Valores para otras funciones, como $f(A/B)$ y $f(A/D)$ se calculan de igual manera, la población de referencia y el CV apropiados. En otras palabras, un índice de un nutriente es la función promedio de todas las proporciones de un nutriente en relación a los demás (Urricariet *et al.*, 2007). Los componentes de estos valores promedio son ponderados por el recíproco CV de las poblaciones de referencia (altos rendimientos). Así, si las dos proporciones A/B y A/C son usadas para generar un índice para el nutriente A, la contribución de cada uno de los cálculos de estos índices será función de los valores de CV (proporciones de referencia) asociadas a ellos, reflejando la influencia relativa de estas dos expresiones en el rendimiento del cultivo (Mourão, 2004). Varias modificaciones al modelo se han propuesto para incrementar la exactitud en el diagnóstico nutricional para diferentes cultivos. el cálculo de las funciones de las proporciones nutricionales se realiza de acuerdo a uno de los siguientes tres métodos:

- ❖ El método original propuesto por Beaufils (1973).
- ❖ El método de Jones (1981).
- ❖ El método de Beaufils (1973) modificado por Elwali y Gascho (1984).

Aunque estos métodos han sido evaluados en algunas investigaciones, no existe claridad sobre cuál es la mejor recomendación, ya que estos métodos, presentan una eficacia similar (Mourão, 2004). Otra variante del método original es propuesta por Hallmarket *et al.* (1987), denominado DRIS modificado (M-DRIS), método en el cual se tiene en cuenta la materia seca, como constituyente adicional para el cálculo de los índices. La utilización del DRIS puede ser ampliada para la evaluación de otros datos diferentes al análisis foliar. Para el P, K, Ca y Mg se desarrollaron normas para el análisis de suelos en caña de azúcar, los cuales incluían el Fósforo, el Potasio, el Calcio y el Magnesio (Beaufils y Sumner, 1976), como en el diagnóstico foliar, los resultados del DRIS, presentan como

ventaja, las consideraciones del balance nutricional. Incluso el DRIS, también puede considerar el NO_3 y el NH_4 , los cuales pueden ser tratados como factores nutricionales individuales, además puede ampliar el análisis para elementos no-esenciales como Si o Na, o también variables no nutricionales. La sumatoria absoluta de los índices nutricionales genera un índice adicional denominado Índice de Balance Nutricional (NBI), este índice se usa para indicar el estado nutricional del vegetal, teniendo en cuenta sus causas. El valor más alto, indica un desbalance nutricional, lo que se refleja en un rendimiento bajo en el cultivo de interés (Mourão, 2004).

Interpretación de los índices DRIS

El propósito es conducir sistemáticamente cualquier factor controlado por el hombre, hacia el valor correspondiente de la clase del rendimiento más elevado (óptimo), teniendo en cuenta que, cualquier factor incontrolable, desconocido o insospechado puede convertirse en el limitante (Beaufils, 1973). El valor de cada proporción es sumado al subtotal de un índice (A) y restado del índice de otro (B); antes de la ponderación final, todos los índices son balanceados alrededor de cero. Luego, la suma de los índices nutricionales debe ser cero. Cuando los resultados son negativos (menores de cero), indica deficiencia o una baja concentración, de ese elemento, en relación a los demás, y entre más negativo el índice, mayor puede ser la deficiencia en relación con otros nutrientes diagnosticados. Por otra parte, índices con valores altos (positivos y más distanciados del cero) indican una cantidad excesiva de un nutriente con respecto a los demás (Mourão, 2004). Usualmente las recomendaciones DRIS son realizadas mediante el estudio de los diagnósticos de los efectos resultantes, reflejados en los análisis de la planta, como influencia de la composición del suelo, de las prácticas de manejo y del clima. De estas consideraciones se podrían definir los tratamientos apropiados para un determinado rendimiento, buscado cualquier tratamiento simple o combinado, cuyos efectos resultantes permitan que el mayor número de caracteres internos y externos de las plantas sean aproximados a los valores óptimos de manera simultánea (Beaufils, 1973). Para la mayoría de los factores externos, sus relaciones con el rendimiento son de la siguiente manera:

- ❖ Cada vez que el valor de un factor externo sea muy bajo o muy alto, el rendimiento está directamente limitado.
- ❖ Así, el valor de un factor particular caiga entre los límites de la clase más alta de rendimiento, aún en estas condiciones el este puede ser



muy bajo, debido a que otro factor pueda limitante.

Beaufils (1973) expone un ejemplo con K intercambiable, donde valores bajos (menor de 90 ppm), una aplicación de K al suelo, basada en calibraciones producidas de valores de aproximaciones sucesivas; tales como índices de diagnóstico de suelo y coeficientes de equivalencia; entre factores del suelo, podría racionalmente mejorar el K intercambiable y consecuentemente mejorar las oportunidades de obtener rendimientos más altos.

Pero cuando el valor es muy alto, la única estrategia adecuada, es mediante una correcta aplicación de los factores del suelo, los cuales están en desbalance con el potasio, debido a que el K intercambiable no es fácilmente removido. La consideración de otras formas de expresión en las cuales el K se presente (K/arcilla, K/P, Ca/K, K/Mg, etc), ayudan en el establecimiento gradual de una acción correctiva adecuada, basada en las calibraciones establecidas de tratamientos controlados. Otro aspecto a tener en cuenta en la recomendación, es el historial del terreno, tener toda la información de la siembra actual y de las anteriores. Igualmente, toda acción correctiva, debe ser tomada rápidamente, ya que los muestreos y el diagnóstico nutricional se llevan a cabo en un determinado estado de desarrollo de la planta y la respuesta de esta puede ser insuficiente al tratamiento si es demorada la acción. En este punto, la evaluación tiene que tomar en cuenta, al menos, cada factor al momento del muestreo, tipo y cantidad de fertilizante a aplicar por ciclo, de acuerdo con condiciones climáticas, suelos, naturaleza, cantidad, fecha de aplicación, interacciones entre productos e interacción en el suelo (Beaufils, 1973).

Ventajas del sistema DRIS

- ❖ Permite ordenar los nutrientes de forma secuencial, de acuerdo a su grado o nivel de limitación sobre el rendimiento del cultivo (Beaufils, 1973).
- ❖ Por medio de este, se puede hacer un diagnóstico nutricional en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, es decir, es menos sensible comparado con otros sistemas de diagnóstico, al envejecimiento de los tejidos, lo cual se ha demostrado en diversos trabajos (Beaufils, 1971, 1973 y Rodríguez *et al.*, 1998a).
- ❖ Se puede incorporar en el diagnóstico, a la materia seca del cultivo (C, H y O), como otro nutriente.

- ❖ Las interacciones entre nutrientes son tomadas en cuenta, demostrando que este sistema funciona correctamente, aun existiendo esas interacciones.
- ❖ El sistema DRIS, elimina muchos de los problemas asociados con la determinación de los valores críticos de las respuestas a la aplicación de fertilizantes, puesto que las normas no son derivadas de un limitado número de observaciones. Al respecto, según Walworth y Sumner (1987) afirman, que las normas DRIS derivadas de bancos de datos, recogidos en diversas partes del mundo, difieren muy poco. Las normas para caña de azúcar derivadas en Florida por Elwali y Gascho (1984), son prácticamente idénticas a las producidas en Sur África por Beaufils y Summer (1977).
- ❖ Una ventaja adicional del DRIS radica, en que en las normas así como están desarrolladas, están sujetas a las limitaciones impuestas por los factores ambientales, si se parte de la premisa expresada por Andrew (1968), que “para conocer el efecto real limitante de un determinado nutriente en el rendimiento, todos los demás factores deben estar en óptima condición” solo el rendimiento máximo obtenible a un valor de un parámetro, tal como la concentración foliar de un nutriente, representa el tope en el rendimiento impuesto por la variación en concentración de ese nutriente.
- ❖ El DRIS tiene ciertas ventajas comparado con otros métodos de diagnóstico, ya que presenta escala continua y esta es de fácil interpretación, por otro lado, permite la clasificación de nutrientes (de los más deficientes, hasta los más excesivos), puede detectar los casos de limitación de rendimiento debido al desbalance de nutrientes, incluso cuando ninguno de los nutrientes está por debajo del nivel crítico, y por último, permite el diagnóstico nutricional total de la planta a través de un índice de desequilibrio (Baldock y Schulte, 1996).
- ❖ Cuando el sistema DRIS se compara contra una técnica convencional, como es la del valor crítico (CNR), el DRIS presenta mayores ventajas ya que, este es independiente de la edad, condiciones de clima, suelo, prácticas culturales, porción y



posición de la hoja muestreada (Malavolta *et al.*, 1997), de tal manera que el análisis por valor crítico (CNR) es ineficiente para diagnosticar de la misma forma el estado nutricional de la planta en cualquier condición y época (Mourao, 2004; Mourao *et al.*, 2002).

- ❖ Comparado con el nivel crítico o con el rango de suficiencia, el DRIS es un método más sensible en identificar necesidades de uno o más nutrientes para las plantas. Lo que Permitiría, hacer más extrapolables los datos provenientes de otra región.

Desventajas del sistema DRIS

- ❖ Las relaciones y correlaciones que permite establecer en algunas ocasiones están alejadas de ciertas bases fisiológicas. Es por esto, que hay distintos grados de ajuste del DRIS.
- ❖ Puede disponer de una gran base de datos no confiable, no sólo en número, también en años y calidad de la información (Barbazán, 1998).
- ❖ Requiere de cálculos muy elaborados de forma ortodoxa (González, 2017).

Agradecimientos

Esta investigación se realizó como parte del proyecto "Evaluación y diagnóstico de las limitaciones nutricionales en la producción de plátano (*Musa AAB* Simmonds) en el departamento de Antioquia", financiado por el fondo nacional de regalías, a través de la Gobernación de Antioquia, y como entidades co-financiadoras: Fundación Social Banacol – Corbanacol, C.I. Banacol S.A.S, Asociación de Bananeros de Colombia-Augura, Asociación de platanicultores- Uplatur, Universidad Nacional de Colombia-Medellín, Corporación Universitaria la Sallista y Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Número especial del acuerdo de cooperación 4600001064.

Bibliografía

- Arboleda, C; J. Arcila y R. Martínez. (1988). Sistema integrado de recomendación y diagnóstico. Una alternativa para la interpretación de resultados de análisis foliar en café. Agric. Colombiana. V.5: 17-30.

Andrew, C. (1968). Problems in the use of chemical analysis for diagnosis of plant nutrient deficiencies. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 34: 154-162.

Arizaleta, M; Rodriguez, O y Rodriguez V. (2002). Relación de los índices DRIS, índice de balance de nutrientes, contenido foliar de nutrientes y el rendimiento del Cafeto en Venezuela. Bioagro. 14 (3): 153-159.

Barbazán, M. (1998). Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Universidad de la Republica Montevideo. Facultad de Agronomía. Uruguay, p. 14 – 15.

Beaufils, E. (1971). Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fertilizer Society of South Africa Journal, v.1, pp.1-28.

Beaufils, E. (1973). Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. Soil Science Bulletin, V. 1, p. 132.

Beaufils, E. y Sumner. M. (1976). Application of the DRIS approach for calibrating soil, plant yield and quality factors of sugarcane. Proc. S. Afr. Sugar Tech. Assc, V. 50: 118-124.

Beaufils, E y Sumner M. (1977). Effect of time of sampling on the diagnosis of N, P, K y Ca, and Mg requirements of sugarcane by the DRIS approach. Proc. S. Afr. Sugar Tech. Assc, V. 51: 62-67.

Beaufils, E. (1957). Research for rational Infor. Ser. 134. New Zealand. pp. 263 explotación de *Hevea brasiliensis*, us273. ing a physiological diagnosis based on the mineral analysis of various parts 14. Letsch, W. S. y M. E. Sumner. 1984. Efoftheplanto Ferolité 3: p 27.



- Baldock, J. y Schulte, E. (1996). Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agr. J.* 88:448- 456.
- Braganca, S y A. Da Costa. (1996). Avaliação do estado nutricional do café Conilon (*Coffea canephora*) no norte do estado do Espírito Santo, a través do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). *Inf. Agr.* V.76:3-4.
- Chacón, E., Camacho J y Bernal, J. (2012). Obtención de la norma de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) para el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) en la Altillanura Colombiana. Tesis de investigación para Magister en Ciencias Agrarias. Facultas de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 96 p.
- Da Costa, A. N y L. Prezotti. (1997). Padrão de referência para uso do DRIS na avaliação nutricional do café arábica. *Inf. Agr.* V. 80:9-10.
- Elwali, M. y Gascho G. (1984). Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, v.76, pp.466 – 470.
- Gonzalez, R. (2017). Implementación de las normas DRIS en el cultivo del plátano en las regiones del Urabá y Suroeste Antioqueño. Research thesis for Magister in Agricultural Sciences. Faculty of Agronomy. National University of Colombia. Medellín. 18.
- Hernández. Y., Marín M y García J. (2004). Respuesta en el rendimiento del plátano Musa AAB cv. Hartón, en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte II. Contenido mineral. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* V. 21 (1): 114-120.
- Hallmark, W., Mooy, C y Pesek, J. (1987). Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. *Journal of Fertilizer Issues*, v.4, pp.151-158.
- Herrera, G y Camacho, J. (2015). Obtención del sistema de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) en el cultivo de Palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Maestría en Ciencias Agrarias Bogotá, Colombia. 34-36.
- Jones, W. (1981). Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.12, pp.785-794.
- Letzsch, W. y Sumner, M. (1984). Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.15, p.997-1006.
- López A. (1999). Interpretación de los análisis químicos de suelos y foliares en el cultivo de banano (*Musa AAA*, CV. Valery) en Costa Rica. análisis de un caso y factores involucrados. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelo. 137-138.
- Malavolta, E. y Malavolta M. (1989). Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: Bull, L.T., Rosolem, C.A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. pp. 227-308.
- Mourão, F. (2004). DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, V. 61 (5): 550 – 560.
- Mourão, F; Azevedo, J y Nick, J. (2002). Orders and function of the ratio of nutrients in the establishment of DRIS norms in orange “Valencia”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, p.185-192.
- Nayak, A. K.; Sharma, D. K.; Singh, C. S.; Mishra, V. K.; Singh, G. y Swarup, A. (2011). Diagnosis and recommendation integrated system approach for nitrogen, phosphorus, potassium, and zinc foliar diagnostic norms for anole in central



- Indogangetic plains. *Journal of Plant Nutrition*, 34 (4), 547-556.
- Pohl, H y M. Kaupenjohann. (1999). Interpretation of the nutritional status of freest trees by the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. V. 118: 5-9.
- Reis, J. (2002). DRIS norms universality in the corn crop. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.33, n.5 y 6, p.711-735.
- Ribeiro, G. (2008). Avaliação de metodologias na diagnose nutricional do melão cantaloupe irrigado nachapada do apodim. Dissertação apresentada à Universidade de Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem 22-25.
- Rodríguez V. y O. Rodríguez. (1997). Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón). *Rev. Fac. Agron. LUZ*. 14:285-296.
- Rodríguez V. y O. Rodríguez. 1998a. Hoja de cálculo de índices DRIS e IBNDRIS. Material de apoyo. Curso de nutrición mineral. IX Jornadas de investigación del decanato de Agronomía. UCLA. junio 1998 Barquisimeto. Venezuela. Diskette. 8-10.
- Rodríguez, V. y O. Rodríguez. 1998b. Biometría de la cepa de plátano Hartón (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón) con rendimientos superiores a 18 kilogramos/racimo, en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. LUZ*. 15:439-445.
- Rodríguez, V., D. Bautista y O. Rodríguez. 1998a. Características biométricas de una subpoblación de plátano Hartón (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón) con rendimientos promedios de 17,4 kg/racimo en Venezuela. *Resúmenes XLIV Reunión Anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical*. Barquisimeto. Venezuela. 75.
- Rodríguez, V., O. Rodríguez y P. Bravo. 1998b. Índice de balance de nutrientes DRIS (IBN-DRIS) para el diagnóstico nutricional del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón). XIII Reunión ACORBAT Ecuador. 115-113.
- Rodríguez, V., Bautista D, Rodríguez O y Díaz L (1999a). Relación entre el balance nutricional y la biometría del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón) y su efecto sobre el rendimiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. V. 16: 425-432.
- Rodríguez, V., Rodríguez, O y Bravo, P. (1999b). Índice de balance de nutrimentos para la predicción del rendimiento del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. V. 16: 488-494.
- Rodríguez, O y Rodríguez, V. (2000). Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. V. 17: 449-470.
- Rodríguez, V. (2003). Avaliação do estado nutricional e da fertilidade de solo na cultura do plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón). Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 70.
- Rodríguez, V., Malavolta, E., Sánchez A, y Lavoranti, O. (2004). Balance nutricional de referencia de suelos y hojas en el cultivo del plátano Hartón. *Bioagro* 16(1): 39-46.
- Rodríguez, V., A. Da Silva y O. Rodríguez. (2005). Balance nutricional y número de hojas como variables de predicción del rendimiento del Plátano Hartón. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 40 (2): 175-177.
- Rodríguez, V. Malavolta., A, Sánchez., O. Rodríguez., O. Lavoranti y E. Guerra. (2007). Soil and Plant Reference Norms for Evaluating Hor Plantain Nutritional Status. *Communications in Soil Science*

and Plant Analysis. 38 (9 y 10): 1371-1383.

Rodríguez. V. (2009). Diagnóstico nutricional suelo-planta y fertilización en el plátano. Producción agropecuaria. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. V. 2(1): 45 – 48.

Sumner, M. E. (1997). Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. Común. Soil Sci. Plant Anal. V. 8: 149-167.

Sumner, M. (1997). Application of Beaufils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. Plant and Soil. 46: 359-369.

Turner, D. (1988). The interpretation of leaf analysis results in bananas. Separata. Primer Seminario- Taller sobre nutrición y Fertilidad en Banano. San Jose, Costa Rica. 5.

Texeira, L; Zambrosi, F. y Bettiol J. (2007). Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de são paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal, v.29, n.3 .613-620.

Urricariet, S.; Lavado, R. y Martín, L. (2004). Corn response to fertilization and SR, DRIS, and PASS interpretation of leaf and grain analysis. Communications in soil science and plant analysis, 35(3-4), 413-425.

Walworth, J. y Sumner M. (1987). The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Adv. Soil. Sci. 6:149- 188.

Estimación de la variabilidad genética en plantas de Ñame regeneradas por embriogénesis somática.

Estimation of genetic variability in Ñame plants regenerated by somatic embryogenesis

Eder Durango Ballesteros¹, Carlos Durango Ballesteros²

Resumen.

Las plantas regeneradas de cultivos in vitro pueden presentar variaciones somaclonal, las cuales se han descrito en gran diversidad de plantas (Amberger, et al., 1992.; Fourré, et al., 1997; Kuksova, et al., 1997; Yang, et al., 2008; Suliman, et al., 2009; Prado, et al., 2010b; Giorgetti, et al., 2011). Las variaciones somaclonales ocurren con una frecuencia de 1 mutación cada 100 plantas regeneradas, en contraste con la tasa esperada de mutación espontánea de 10^{-7} a 10^{-9} mutaciones por par de nucleótidos por generación. En algunos casos, las variantes somaclonales no han avanzado de la etapa de laboratorio o invernadero, debido probablemente a que el material seleccionado tiene poca importancia práctica, además de la escasa regeneración de plantas en cultivos de largo periodo, siendo algunos de estos somaclones inestables (originados por variación epigenética), presentando alteraciones no deseables como aneuploidía, esterilidad, etc. (Cardone, et al., 2004). Para establecer la variabilidad, se utilizaron plantas madres de campo y 20 plantas regeneradas por embriogénesis somática de dos clones *Dioscorea alata*, a las cuales se les extrajo el ADN, y se amplificó vía RAPD, utilizando 17 juegos de primers de secuencia nucleotídica arbitraria (10 pb) sintetizados por Operon Technologies, de la serie OPA (02, 03, 04, 05, 07, 09, 12, 13) y serie OPB (01, 05). Se puede observar amplificación en un máximo de 15 loci con un promedio de 74 bandas de las cuales el 40,54% fueron bandas monomórficas y 59,46% fueron polimórficas. El polimorfismo que se observó entre distintos individuos consistió en la presencia o ausencia de fragmentos de ADN amplificado debido a mutaciones en el sitio de reconocimiento del iniciador, deleciones o inserciones, encontrándose que de las 20 plantas muestreadas originadas por embriogénesis somática, 4 presentaron variaciones somaclonales. Las modificaciones observadas con algunos primer se pueden deber a la alteración en los patrones de metilación, posiblemente originados por la relación entre los niveles globales de metilación y el contenido de regulador de crecimiento en el medio de cultivo. Estas modificaciones podrían explicar algunos de los tipos de mutaciones, así como ser la base de los numerosos procesos epigenéticos observados en las plantas regeneradas (Vázquez, 2003). En la mayoría de los casos, las células cultivadas in vitro sufren ciclos de división incontrolados como ocurre en células tumorales; esta condición supone un estrés que puede originar mutaciones, cuyos orígenes no son del todo conocidos.

Palabras claves: Variación Somaclonal, Polimorfismo, Regulador de crecimiento, Embriogenesis Somática, ADN

Abstrac

Plants regenerated from in vitro cultures can present somaclonal variations, which have been described in a great diversity of plants (Amberger, et al., 1992, Fourré, et al., 1997, Kuksova, et al., 1997, Yang, et al., 2008; Suliman, et al., 2009; Prado, et al., 2010b; Giorgetti, et al., 2011). Somaclonal variations occur with a frequency of 1 mutation per 100 regenerated plants, in contrast to the expected spontaneous mutation rate of 10^{-7} to 10^{-9} mutations per pair of nucleotides per generation. In some cases, the somaclonal variants have not advanced from the laboratory or greenhouse stage, probably because the selected material has little practical importance, in addition to the scarce regeneration of plants in long-term crops, some of these being unstable somaclones (originated by epigenetic variation), presenting undesirable alterations such as aneuploidy, sterility, etc. (Cardone, et al., 2004). To establish the variability, field mothers plants and 20 plants regenerated by somatic embryogenesis of two *Dioscorea alata* clones were used, to which they were extracted DNA, and amplified via RAPD, using 17 sets of arbitrary nucleotide sequence primers (10 pb) synthesized by Operon Technologies, from the OPA series (02, 03, 04, 05, 07, 09, 12, 13) and series OPB (01, 05). Amplification can be observed in a maximum of 15 loci with an average of 74 bands of

¹ Centro Agro empresarial y Minero SENA. Cartagena-Bolivar. Investigador SENNOVA, Doctor en Biotecnología Agrícola, mención Vegetal.

² Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico SENA. Apartado-Antioquia. Investigador SENNOVA. Magister en Ciencias agronómicas énfasis suelos.

*Autor de correspondencia: edurangob@sena.edu.co



which 40.54% were monomorphic bands and 59.46% were polymorphic. The polymorphism that was observed between different individuals consisted of the presence or absence of amplified DNA fragments due to mutations in the site of recognition of the initiator, deletions or insertions, being that of the 20 sampled plants originated by somatic embryogenesis, 4 presented somaclonal variations. The modifications observed with some primer may be due to the alteration in the methylation patterns, possibly originated by the relationship between the global levels of methylation and the content of growth regulator in the culture medium. These modifications could explain some of the types of mutations, as well as being the basis of the numerous epigenetic processes observed in regenerated plants (Vázquez, 2003). In most cases, cells cultured in vitro undergo uncontrolled division cycles as in tumor cells; this condition supposes a stress that can originate mutations, whose origins are not completely known.

Keywords: Somaclonal variation, polymorphism, growth regulator, somatic embryogenesis, DNA

Introducción.

Las plantas regeneradas de cultivos in vitro pueden presentar variaciones fenotípicas, a menudo hereditarias. Variaciones que se conocen como variación somaclonal, las cuales se han descrito en gran diversidad de plantas derivadas de embriogénesis somática (Amberger, et al., 1992.; Fourré, et al., 1997; Kuksova, et al., 1997; Yang, et al., 2008; Suliman, et al., 2009; Prado, et al., 2010b; Giorgetti, et al., 2011). Las variaciones somaclonales permiten descubrir la variabilidad genética natural y la variabilidad genética que se genera in vitro en cultivos celulares, de tejidos y órganos, así como en plantas regeneradas de los mismos durante la propagación, por el proceso de diferenciación y rediferenciación a que están sometidos las células (Larkin y Scowcroft, 1981), ofreciendo nuevas alternativas para el mejoramiento genético vegetal, ya que puede producir características agronómicas deseables (Maluszynsky, et al., 1995).

La variación somaclonal ocurre con una frecuencia de 1 mutación cada 100 plantas regeneradas, en contraste con la tasa esperada de mutación espontánea de 10^{-7} a 10^{-9} mutaciones por par de nucleótidos por generación. En algunos casos, las variantes somaclonales no han avanzado de la etapa de laboratorio o invernadero, debido probablemente a que el material seleccionado tiene poca importancia práctica, además de la escasa regeneración de plantas en cultivos de largo periodo, siendo algunos de estos somaclones inestables (originados por variación epigenética), presentando alteraciones no deseables como aneuploidía, esterilidad, etc. (Cardone, et al., 2004).

Dado que la embriogénesis somática es el sistema de regeneración in vitro más usado, por su alta capacidad de regeneración y por el origen unicelular de los embriones somáticos, lo que garantiza una menor variabilidad genética que en los procesos de organogénesis in vitro, donde el origen de los vástagos o raíces es a partir de estructuras parecidas a meristemos con un compromiso de un gran número

de células para la formación del órgano. Es así como para el mejoramiento de los cultivos, la embriogénesis somática es el sistema más usado y la estimación de la variabilidad genética generada de novo, un paso importante para el sistema establecido. (Levitus, et al., 2010).

Materiales y métodos

Material Vegetal. Se utilizaron plantas madres de campo y regeneradas por embriogénesis somática del clon criollo de ñame Diamante 22, de las cuales se tomaron muestras de hojas para la extracción del ADN.

Extracción del ADN. La extracción del ADN, se realizó de acuerdo con el procedimiento establecido por Doyle y Doyle (1990), modificado por Oropeza, et al. (2006). El ADN extraído fue evaluado, midiéndole la densidad óptica y la integridad con electroforesis en gel de agarosa al 0.8% (Sambrook, et al., 1989). El ADN obtenido se amplificó vía RAPD, utilizando 17 juegos de iniciadores de secuencia nucleotídica arbitraria (10 pb) sintetizados por Operon Technologies, Inc., Alameda CA, USA., serie OPA (02, 03, 04, 05, 07, 09, 12, 13) y serie OPB (01, 05), de acuerdo con el protocolo estandarizado por Ramser, et al. (1997) y utilizando un volumen final de 25 μ l conteniendo: Buffer de reacción (1X); $MgCl_2$ (2 mM); dNTP's (0,2 mM); iniciador (10 pM); ADN de *Dioscorea alata* (100 ng); Taq Polimerasa (0,06 U. por reacción). Los parámetros de amplificación se establecieron de acuerdo con el procedimiento de Ramser, et al. (1997), comprobando la amplificación por electroforesis en gel de agarosa 1,8% y tinción con bromuro de etidio.

Cuantificación del ADN. El ADN extraído se cuantificó por valoración electroforética, comparándolo con concentraciones conocidas de ADN de fago lambda, y por espectrofotometría UV, empleando la relación de lectura de densidad óptica (DO) de 260/280 (Sambrook, et al., 1989), calculando la concentración del ADN asumiendo que la concentración del ADN de 50 μ g/ml equivale a una

densidad óptica de 1 a 260 nm (concentración del ADN = $[DO\ 260] \times [\text{factor de dilución}] \times [50\ \mu\text{g ADN}/1\ \text{DO}]$). La relación de 260/280, se consideró como medida de la pureza del ADN el cual permaneció entre 1,76 y 1,91.

Amplificación del ADN. Para la aplicación del análisis, se realizaron amplificaciones al ADN extraído, con oligonucleótidos al azar (RAPDs) a plantas madres y al ADN extraído a 15 plantas seleccionadas al azar, de la población de plantas regeneradas a partir del proceso de embriogénesis somática. El análisis polimórfico de las bandas amplificadas se procesó usando el sistema binario (ausencia de banda = 0 y presencia banda = 1) para la elaboración de la matriz. Con la matriz se calculó el

total de polimorfismos amplificados al dividir la cantidad de bandas polimórficas obtenidas por cada iniciador entre el número total de bandas.

Resultados y Discusiones.

Estimación de la variabilidad genética. El ADN genómico extraído de la planta madre y 20 plantas regeneradas por embriogénesis somática, Se puede observar ausencia de ADN genómico en los Carriles de los geles, 1,2, 8, 9 y 14. Debido a la ausencia de ADN, en los carriles antes mencionados, se evaluaron la variabilidad genética a las muestras de las plantas (planta madre (PM)), 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 y 20; para un total de 15 plantas regeneradas por embriogénesis somática. (Figura 1)

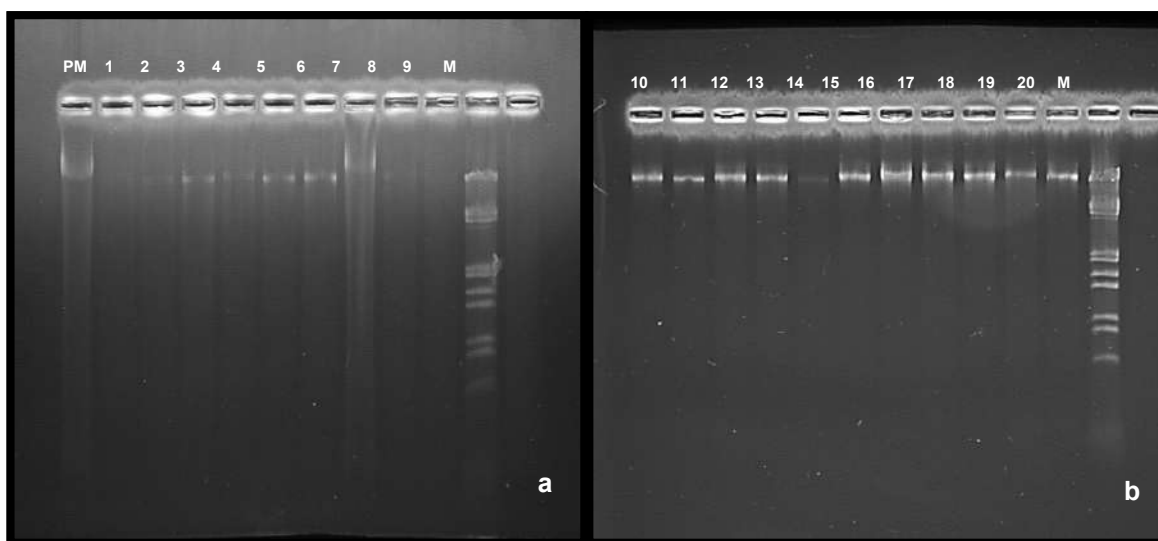


Figura 1. Electroforesis en gel de agarosa al 0.8% del ADN genómico de Plantas madre (PM), y carriles del 1 al 20 Plantas regeneradas por embriogénesis somática

Siguiendo el protocolo establecido por Ramser et al. (1997) para las condiciones de ciclado y las concentraciones apropiadas de cada uno de los componentes de la reacción de amplificación, se obtuvieron patrones de amplificación para cada una de las muestras, como se observa en la figura 2, donde se obtuvieron cinco bandas con el OPA02 y siete bandas con OPA03, que van desde los 500 a los 2800 pb. En la Planta 9 se muestra ausencia de la banda de 850pb,

El polimorfismo que se observa entre distintos individuos consiste en la presencia o ausencia de fragmentos de ADN amplificado debido a

mutaciones en el sitio de reconocimiento del iniciador, deleciones o inserciones. En la amplificación con el iniciador OPA04 y OPA05 (figura 2), se obtuvieron seis y una banda respectivamente, que van desde los 750 a los 2800 pb. Registrándose la ausencia de la banda de 1000 pb en las plantas 2, 3 y 4 y la no amplificación del ADN de la planta 15. De igual forma la amplificación con los iniciadores OPA07 y OPA09, señalen cuatro y cinco bandas respectivamente, que van desde los 500 a los 3000 pb, registrándose igualmente la no amplificación del ADN de la planta 15.

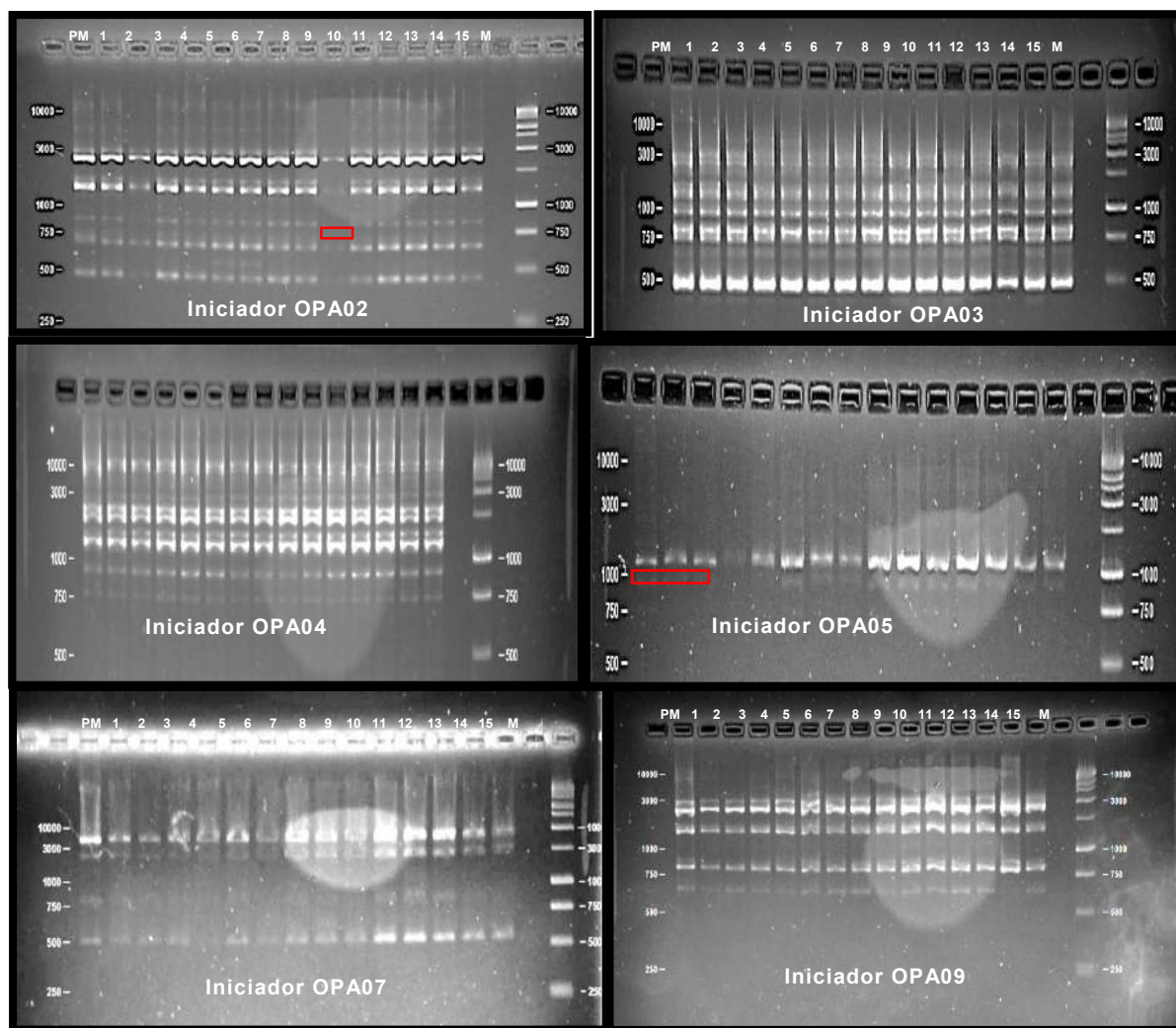


Figura 2. Amplificación RAPDs con el iniciador OPA02, OPA03, OPA04, OPA05, OPA07 y OPA09 M: Marcador de peso molecular

Las modificaciones observadas con algunos iniciadores se pueden deber a la alteración en los patrones de metilación, posiblemente originados por la relación entre los niveles globales de metilación y el contenido hormonal de los medios de cultivo. Estas modificaciones podrían explicar algunos de los tipos de mutaciones, así como ser la base de los numerosos procesos epigenéticos observados en las plantas regeneradas (Vázquez, 2003).

La variación somaclonal es un evento que puede aparecer durante el cultivo in vitro de tejidos

vegetales, en la mayoría de los casos, las células cultivadas in vitro sufren ciclos de división incontrolados como ocurre en células tumorales; esta condición supone un estrés que puede originar mutaciones, cuyos orígenes no son del todo conocidos. La amplificación con los iniciadores OPA12, OPA13, OPB01 y OPA05 se obtuvieron tres, cinco, seis y dos bandas respectivamente, que van desde los 500 a los 3000 pb. PM: Planta Madre, 1-15: ADN de plantas obtenidas por Embriogénesis Somática, M: Marcador de peso molecular

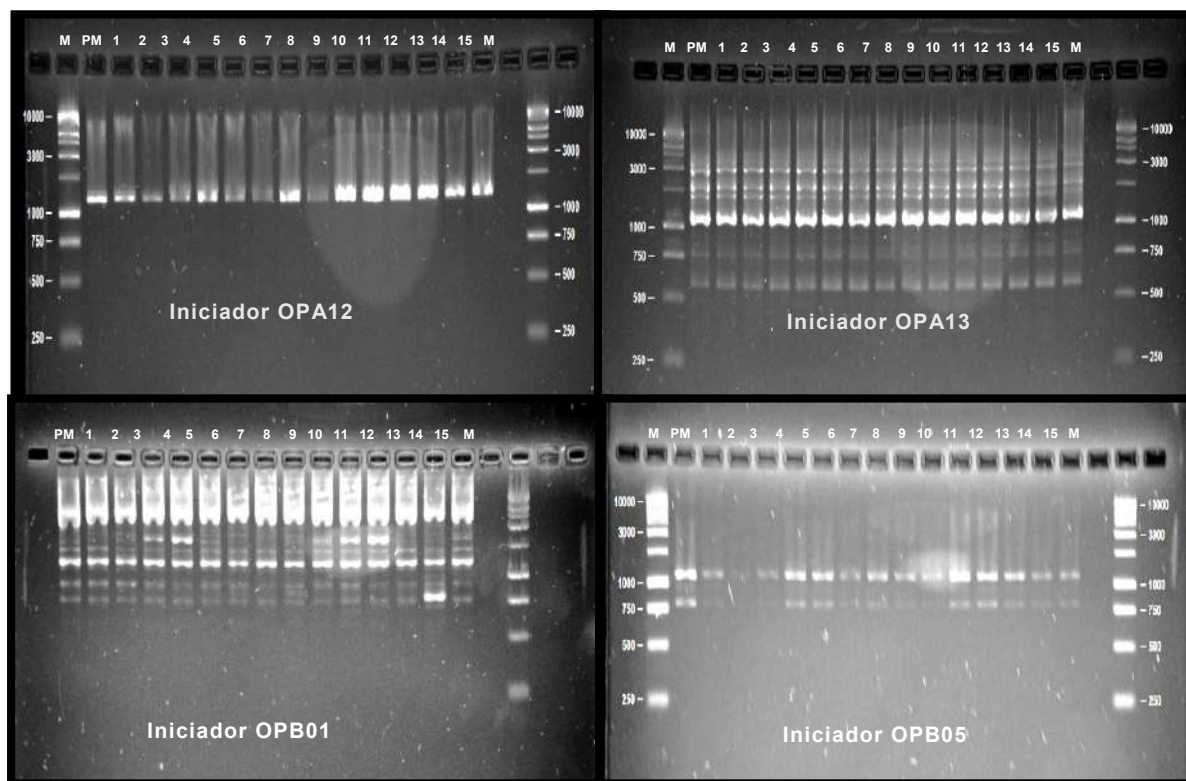


Figura 3. Amplificación RAPDs con el iniciador OPA12, OPA13, OPB01 y OPB05

Los resultados de la amplificación del ADN en las 15 plantas regeneradas por embriogénesis somática, produjeron un total de 659 bandas altamente reproducibles, y un total de 4 bandas polimórficas. El número de bandas generadas por los iniciadores varió de 1 a 7, siendo 3.8 la media; el mínimo de una banda fue generado por el iniciador OPA12, mientras que el máximo número de 7 bandas fue generado por el iniciador OPA03. El tamaño de los productos amplificados varió de 500 a 3000 pb (Tabla 1). El porcentaje de polimorfismos promedio fue de 0,026%, originado por la ausencia de cuatro bandas, una de 850 pb en la planta 9 con el iniciador

OPA02, (Imagen 2) y tres bandas de 1000 pb en las plantas 2, 3 y 4, con el iniciador OPA05 (Imagen 2). El más alto porcentaje de polimorfismos (0,2%) se generó con el iniciador OPA05, y el iniciador OPA02 generó el más bajo porcentaje de polimorfismo (0,06%). Este bajo porcentaje de polimorfismo promedio obtenido, valida el sistema de regeneración de ñame por embriogénesis somática. El empleo de RAPD para estimación de la variabilidad genética en las plantas regeneradas por embriogénesis somática, evidencia que los diez iniciadores, mostraron en su gran mayoría bandas monomórficas.

Tabla 1. Tallas de bandas amplificadas con iniciadores de la serie OPA y OPB

Serie OPA	Secuencia	No Bandas	Tallas (pb) de las bandas amplificadas.
OPA-02	TGCCGAGCTG	5	500,650,900,1700,2800
OPA-03	AGTCAGCCAC	7	500,700,850,950,1500,2500,2800
OPA-04	AATCGGGCTG	6	750, 850,1500,1800,2200,2800
OPA-05	AGGGGTCTTG	2	1000,1200
OPA-07	GAAACGGGTG	4	500,850,2800,7200
OPA-09	GGGTAACGCC	5	650,850,1700,2800,3000
OPA-12	TCGCGCATAG	1	1200
OPA-13	CAGCACCCAC	6	550,750,1200,1800,2200,2800
Serie OPB			
OPB-01	GTTTCGCTCC	6	750,1000,1500,1800,2000,3000
OPB-05	TGCGCCCTTC	2	570,1200



Se pudo observar que la mayoría de las plantas regeneradas muestran el mismo patrón de bandas que el de planta madre. Estos resultados coinciden con trabajos realizados por Marín et al. (2012), en plantas de *D. alata*, procedentes de cultivo *in vitro* (micropropagación y organogénesis), comparándolas con la planta madre (*in vivo*), por la técnica RAPD, donde encontraron un polimorfismo del 0,12%, porcentaje originado por la ausencia de bandas en una planta de 15 analizadas.

Leela et al. (2011), micropropagando 4 accesiones de *Jatropha curcas*, utilizaron 13 Iniciadores para establecer la variabilidad genética generada en la micropropagación de esta especie, encontrando que para todos los iniciadores se estimó una homogeneidad en las plantas micropropagadas no mostrando diferencias con las bandas patrones de la planta madre. Así mismo Dey et al. (2015), utilizando 18 iniciadores arbitrarios en plantas de *Cymbopogon Winterianus* regeneradas por embriogénesis somática, encontraron que 10 iniciadores revelaron polimorfismo que muestra claramente diferentes patrones de bandas, que eran igualmente prominentes en sus diferencias con el control, obteniendo un máximo de entre 11 y 19 bandas polimórficas. Un máximo de 15 loci fueron amplificados con un promedio de 74 bandas de las cuales el 40,54% fueron bandas monomórficas y 59,46% fueron polimórficos.

La variación somaclonal puede ser causada por varios factores, entre ellos, las auxinas como el 2,4-D, el cual favorece la ocurrencia de variantes somaclonales, ya que puede afectar la división celular, provocando mutaciones cromosómicas. La ocurrencia o no de dichas variaciones puede estar influenciada por la concentración de la auxina en el medio de cultivo y el tiempo de exposición del tejido. Las variaciones somaclonales pueden ocurrir de forma espontánea en los tejidos vegetales o ser inducida por el régimen de cultivo *in vitro*; especialmente si las formulaciones del medio de cultivo son potencialmente mutagénicas (Minh y Thi, 2003; Ostry y Ward, 2003; Gati, 2006).

Conclusiones

El análisis molecular con RAPD permite establecer la confiabilidad y reproducibilidad del sistema de regeneración de plantas de ñame, obteniéndose con 10 iniciadores arbitrarios un porcentaje de bandas polimórficas del 0,26%, lo que da validez al sistema de regeneración de ñame por embriogénesis somática indirecta.

Se amplificaron un máximo de 15 loci con un promedio de 74 bandas de las cuales el 40,54% fueron bandas monomórficas y 59,46% fueron polimórficos.

Bibliografía

- Amberger, L.A., Shoemaker, R.C., Palmer, R.G. 1992. Inheritance of two independent isozyme variants in soybean plants derived from tissue culture. *Theor. Appl. Gen.* 84:600- 607.
- Cardone, Susana; Olmos, Sofia; Echenique, Viviana. 2004. *Biotechnología y Mejoramiento Vegetal: Métodos para generar variabilidad*. Ed. INTA: 81-96.
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 1990, Vol. 12, No. 1: 13-15.
- Fourré, J.L., Berger, P., Niquet, L., Andre, P. 1997. Somatic embryogenesis and somaclonal variation in Norway spruce: morphogenetic, cytogenetic and molecular approaches. *Theor. Appl. Gen.* 94:159-169.
- Gati, E. 2006. *In vitro* selection and somaclonal variation for biotic and abiotic stress tolerance. *Biodiversitas* 7(3):297-301.
- Kuksova V.B., Piven, N.M., Gleba, Y.Y. 1997. Somaclonal variation and *in vitro*



- induced mutagenesis in grapevine. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 49:17-27.
- Levitus, G; Echenique V; Rubinstein C; Hopp E; y Mroginski L. 2010. *Biotechnología y Mejoramiento Vegetal II*. Ed: INTA. 648p
- Giorgetti L., Rufinni M., Turrini A., Nuti Ronchi V., Geri C. 2011. Cytogenetic and histological approach for early detection of "mantled" somaclonal variants of oil palm regenerated by somatic embryogenesis: first results on the characterization of regeneration system. *Caryologia* 64: 223- 234.
- Maluszynsky M., Ahloowalia B.S., Sigurbjornsson B. 1995. Application of *in vivo* and *in vitro* mutation techniques for crop improvement. *Euphytica* 85:303-315.
- Marín, Erick; Vargas, Teresa Edith; Oropeza, Maira. 2011. Variabilidad genética y anatomía foliar comparada de plantas de *Dioscorea alata* mantenidas en cultivo *in vitro*. *Interciencia*, vol. 37, núm. 6: 477-483.
- Minh, D. y Thi, N. 2003. *In vitro* selection for salt tolerance in rice. *Omonrice* 11: 68-73.
- Oropeza, Maira; Marin, Erik; Royero, Marilyn y Vargas, Teresa. 2006. Establishment of an efficient RAPD protocol for Yam plants. 56(4): 602–605.
- Ostry, M. and Ward, K. 2003. Field performance of *Populus* expressing somaclonal variation in resistance to *Septoria musiva*. *Plant Science* 164:1/8.
- Prado M.J., Rodríguez E., Rey L., González M.V., Santos C., Rey M. 2010b. Detection of somaclonal variants in somatic embryogenesis-regenerated plants of *Vitis vinifera* by flow cytometry and microsatellite markers. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 103(1): 49–59.
- Ramser, J., K. Weising, V. Chikaleke and G. KahL. 1997. Increased informativeness of RAPD analysis by detection of microsatellite motifs. *BioTechniques*. 23:285-290.
- Sambroock, J. E. F. Fritsh and T. Maniatis, 1989. *Molecular cloning. A laboratory manual*, 2nd edition, Vol 3. Cold Spring Harbory Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- Suliman Elmeer K.M., Gallagher T.F., Hennerty M.J. 2009. RAPD-based detection of genomic instability in cucumber plants derived from somatic embryogenesis *Afr. J. Biotechnol.* 8(14):3219-3222.
- T. Dey a, S. Saha b, P.D. Ghosh. 2015. Somaclonal variation among somatic embryo derived plants — Evaluation of agronomically important somaclones and detection of genetic changes by RAPD in *Cymbopogon winterianus*. *South African Journal of Botany* 96: 112–121
- T. Leela, B. Naresh, M. Srikanth Reddy, N.Ch. Madhusudhan, Prathibha Devi Cherku. 2011. Morphological, physico-chemical and micropropagation studies in *Jatropha curcas* L. and RAPD analysis of the regenerants. *Applied Energy* 88: 2071–2079.
- Vázquez, Ana. 2003. Estabilidad genética en cultivos *in vitro*. V Reunión de la sociedad española de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales: 20-22.
- Yang X.M., An L.Z., Xiong Y.C., Zhang J.P., Li Y., Xu S.J. 2008. Somatic embryogenesis from immature zygotic embryos and monitoring the genetic fidelity of regenerated plants in grapevine. *Biol. Plant.* 52(2):209-214.

Diagnóstico del consumo energético en el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico-SENA Apartadó, Antioquia, Colombia.

Diagnosis of energy consumption in Complejo Tecnológico, Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA, Apartadó, Antioquia, Colombia

Osmer David Núñez Julio¹, Olivia Janeth Rivas Rocha¹, Jorge Alirio Barbosa Remolina¹, Lina María Sánchez Cardozo¹

Resumen

El presente artículo tiene como finalidad diagnosticar el consumo de energía del Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, ya que desde el año 2011 ha tenido un consumo energético en crecimiento, lo cual se ve reflejado en las facturas de cobro y el elevado consumo por horas, pasando de \$98.175.124 pesos a \$197.316.800 pesos anuales en el 2017, en vista de esta situación, se pensó en implementar el uso de la energía solar fotovoltaica y luminarias led, como alternativa para el ahorro energético. Las ventajas de usar energía solar según Cuervo (2007) son: No produce polución, ni contaminación ambiental, silenciosa, tiene una vida útil superior a 20 años, resiste a condiciones climáticas extremas: granizo, vientos; no requiere mantenimiento complejo, solo limpieza del módulo solar y estado de baterías, se puede aumentar la potencia instalada y la autonomía de la instalación, incorporando nuevos módulos y baterías respectivamente y lo mejor no consume combustible. Además, el uso de las luminarias led, también presenta ventajas económicas, puesto que individualmente trae consigo características que la hacen apropiada para la solución a nuestro problema, Fuertes (2016) propone a continuación algunas de ellas: Eficiencia energética con un consumo de hasta un 85% menos de electricidad, mayor vida útil pudiendo ofrecer unas 45.000 horas de uso, la luz más ecológica, no sólo por el ahorro energético sino por los componentes químicos que la forma, nada de tungsteno o mercurio y resto de productos tóxicos, baja emisión de calor y mínimo mantenimiento. Ante el agotamiento de ciertos recursos energéticos y el impacto que esto puede tener en la calidad de vida de la gran mayoría de personas y del medio ambiente en un futuro no muy lejano, se hace imprescindible fomentar la enseñanza de actitudes como el cuidado y ahorro de la energía, con posibilidades de un planeta habitable para las próximas generaciones.

Palabras claves: Consumo energético, energía solar fotovoltaica, ahorro energético, luminarias led, fuentes de energía.

Abstract

The purpose of this article is to diagnose the energy consumption of the Livestock and Tourism Agroindustrial Technological Complex of the SENA National Learning Service, since since 2011 it has had a growing energy consumption, which is reflected in the billing invoices and the high consumption per hours, going from \$ 98,175,124 pesos to \$ 197,316,800 pesos per year until 2017, in view of this situation, it was thought to implement the use of photovoltaic solar energy and led luminaires, as an alternative for energy saving, since other sources of energy such as wind or hydroelectric power are not recommended due to the Urabá climate and in addition to the desire to contribute to the conservation of the environment. The advantages of using solar energy according to Cuervo (2007) are: It does not produce pollution, or environmental pollution, it is silent, has an useful life of more than 20 years, it resists extreme weather conditions: hail and winds does not require complex maintenance, only cleaning the solar module and battery status, it can increase the installed power and the autonomy of the installation, incorporating new modules and batteries respectively and the best, does not consume fuel. In addition, the use of led luminaires, also has economic advantages, since individually brings

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario Y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Grupo de investigación ABIBE Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP:050784. E-mail

* Autor para correspondencia. Cel +57 320 6619704. Correo electrónico: osmer2914@gmail.com; (O.D. Núñez-Julio).



characteristics that make it appropriate for the solution to our problem, Fueres (2016) suggests below some of them: Energy efficiency with a consumption of up to 85% less electricity, longer life can offer about 45,000 hours of use, the most ecological light, not only for energy savings but for the chemical components that form, no tungsten or mercury and other toxic products, low emission of heat and minimal maintenance. Given the exhaustion of certain energy resources and the impact this can have on the quality of life of the vast majority of people and the environment in the not too distant future, it is essential to promote the teaching of attitudes such as caring and saving energy, with possibilities of a habitable planet for the next generations.

Key words: Energy consumption, photovoltaic solar energy, energy saving, led luminaires, energy sources.

Introducción

Con el pasar de los tiempo el hombre ha buscado iluminar sus casas y recintos para mejorar su calidad de vida y sentirse seguro en el entorno en el que se desarrolla (Briñón, 2015), por tanto, el consumo energético de la humanidad se ha incrementado considerablemente, incurriendo en gastos por el pago de la misma a las empresas que ofrecen el servicio, las instituciones educativas no son ajenas a ello, ya que para el buen desarrollo de los estudios y el manejo de equipos en las aulas de clase, se hace necesario el consumo de energía, viéndose en la necesidad de pagar altas facturas por el consumo de la misma. Briñón (2015) estableció que:

La iluminación en el sector, público, privado, industrial, comercial y residencial consume cerca del 20% de la energía en una ciudad como Medellín. Las nuevas alternativas de iluminación con LED permiten ahorros de más del 50% con respecto a las tecnologías ahorradoras más eficientes convencionales (vapor de sodio, fluorescente, halógeno, etc.) con la ventaja de cumplir normas ROHS que en el momento de desecharlas no producen mayor contaminación ambiental. p.12

Cabezas (2013) en su estudio estableció que “es factible reducir el costo en el consumo de energía eléctrica mediante el uso de tecnología led en los laboratorios de la facultad de ingeniería de sistemas e informática de la Universidad Nacional de San Martín”. p.75.

Debido a la dependencia a la energía eléctrica por parte del ser humano en todas sus actividades se ha pensado en la necesidad de usar energías renovables como la energía eólica, solar y mareomotriz, las cuales son una alternativa para

disminuir gastos y ser amigables con el ambiente. Rodríguez (2009) establece que la energía solar:

Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución. Pero, para su utilización, es necesario tener en cuenta su naturaleza intermitente, su variabilidad fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia. Estas dificultades conllevan entonces la necesidad de transformarla a otra forma de energía para su almacenamiento y posterior uso. p.84

Sin embargo ese almacenamiento ya se usa de forma fácil y eficiente con la utilización de bancos de baterías y la utilización de inversores para convertir la energía continua en energía alterna. Permitiendo que la ingeniería solar precisamente se ocupe de asegurar el suministro confiable de energía para el usuario teniendo en cuenta estas características (Rodríguez, 2009)

Fueres (2016) propone que las luminarias led y alimentación solar fotovoltaica por sus características constructivas permiten mejorar el aspecto operacional de los sistemas de alumbrado público, además de que este tipo de iluminación es amigable con el ambiente y se generará un gran ahorro en cuanto a costos de iluminación de áreas urbanas, autopistas, avenidas, calles, sitios de recreación y escuelas.

Los objetivos de éste estudio estaban encaminados en diagnosticar el consumo de iluminación fluorescente en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico-CTAPT para la implementación de energía solar con luminarias led, con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica, remplazando el tubo fluorescente y su zócalo, sin afectar la estructura para la ubicación de las lámparas que actualmente existe, calcular el



consumo de energía por hora de la iluminación actual y establecer el análisis de costos para realizar la conversión de energía convencional a energía solar y luminarias led, por etapas en el Complejo según demanda de los ambientes de aprendizaje. Como una respuesta a lo que proponen Hernández y Ramírez (2015) cuando dicen que:

Se hace necesario replantear la forma como se provee energía a las instituciones educativas en Colombia. Este cambio de paradigma requiere de estudios, análisis y evidencias que sustenten, no solo la fundamentación, sino también la puesta en marcha de nuevas políticas públicas que incentiven el uso de energías alternativas. Que generen un menor costo de amortización en el tiempo, menor dependencia de los sistemas interconectados, un futuro menos contaminado y un cambio de pensamiento en las futuras generaciones, creando conciencia y responsabilidad social. (p.19).

Por tanto, se espera que éste estudio siembre la base fundamental para la implementación de forma seria y estructurada de la energía solar y el ahorro de energía en el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

Metodología

El presente estudio se desarrolló en el municipio de Apartadó-Antioquia, subregión de Urabá, en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en varias fases del proceso, los cuales se describen a continuación:

Fase No 1: Se tomó el registro de cantidad y características de las lámparas fluorescentes y bombillos a base de vapor de sodio existentes en el Complejo, también se realizó un análisis de costos en los últimos años de consumo de la institución desde el 2011 hasta el 2017.

Fase No 2: Se realizó ensayos experimentales para verificar si se podía reemplazar el tubo fluorescente y su socket de las lámparas existentes conservando el portalámparas con el fin de no afectar la estructura de cielo falso y reducir el costo de la adaptación

Fase No 3: Se hizo el cálculo para determinar el consumo energético en iluminación por hora. Seguidamente se hizo el análisis de costos y beneficios para la conversión por etapas en el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico.

Fase No 4: Se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos con respecto al consumo de los últimos 7 años, los cuales se tabularon en el formato Excel 2013 versión 15.0, tomando la opción de gráficas con el método de Tukey, seguidamente se utilizó otra forma de relacionar el consumo de energía de la institución frente al tiempo en años período 2011-2017, llamado box plot o caja de bigotes que se lleva a cabo por medio del valor pico de cada año y le pronostica un balance de probabilidad (baja o sube) en cada uno.

Resultados y discusión

Antioquia hace parte de los departamentos que pertenecen a las regiones generadoras de energía hidroeléctrica (Antioquia, Boyacá, Santander y Cundinamarca) las cuales son las que proveen casi la totalidad de la energía eléctrica del país.

Esta dependencia va más allá de un simple aspecto técnico; es una dependencia que tiene importantes connotaciones económicas, políticas y sociales. Esta dependencia puede llegar a limitar el desarrollo regional y local, y esto en última instancia afecta la calidad de vida de los habitantes de todo un país, entendiéndonos así como una república unitaria (Hernández y Ramírez, 2015, p.18)

Por tanto, la energía solar además de ser amigable con el medio ambiente, se constituye como una alternativa para aquellos lugares donde el acceso a las redes eléctricas convencionales aún no han podido llegar, así como también permite llevar energía barata, renovable y eficiente a todos los lugares del país además de disminuir la total dependencia de los centros urbanos de la energía hidroeléctrica (Hernández y Ramírez, 2015).

Para el complejo SENA de Apartadó, a simple vista parece ser demasiado costosa la conversión a energía solar; puesto que según los cálculos realizados en el presente estudio, la transformación de toda la iluminación a energía solar tendría un costo total de \$240.563,223 pesos colombianos al

2017, pero si hacemos un balance mensual de las facturas de nuestro operador de red mes a mes (Tabla 1), se puede observar como el incremento del consumo energético pasó de \$98.175.124 pesos en el 2011 a \$197.316.800 pesos para el año 2017, es decir, el Complejo está llegando a pagar el precio que cuesta la conversión durante dos años de servicio en energía convencional, permitiéndonos entender que es más económico a largo plazo el realizar ésta transformación a energía solar y luminarias led, a pesar de que la inversión inicial es muy costosa. En la tabla 1 también se observan los meses con mayores picos de consumo, los cuales son los meses de febrero a noviembre para los años 2011 y 2012, sin embargo, para el mes de diciembre después del 2013 hasta el 2017 parece ser que el Complejo ha mantenido un consumo muy similar al consumo de los meses de mayor actividad, donde diciembre conserva consumos iguales de altos o similares. Para el 2011, los meses con mayor consumo fueron abril y junio con valores respectivamente de \$9.913.604 y \$9.625.832. Durante el año 2012 y 2015 los meses con mayor gasto fueron agosto y septiembre, en el 2013 los mayores gastos estuvieron concentrados

en los meses de agosto y octubre, en el 2014 los gastos más elevados fueron septiembre y noviembre, Para el 2016 fueron septiembre y octubre los de mayor consumo, por tanto, septiembre es un mes que refleja valores de consumos elevados para los años 2012, 2014, 2015, 2016 y 2017. Este comportamiento de crecimiento del complejo no es ajeno a lo propuesto y planeado para Colombia, ya que el Ministerio de Minas y Energía (2013) establecía que:

Durante la última década nuestro país había aumentado su consumo de tasa media anual a unos 2,9%, y se esperaba que en el escenario medio existiera un crecimiento de la demanda eléctrica de 3.9% y 4.4% para los años 2013 y 2014, respectivamente, valor alentado por la entrada de nuevas cargas petroleras; para el periodo 2012-2020 el estudio proyectaba un crecimiento medio anual de la demanda de 3.9%. Respecto a la potencia máxima de energía eléctrica, se calculaba un crecimiento para lo restante de la década de 3.1% (p.3).

Tabla 1. Costos facturados y cancelados del consumo energético del CTAPT 2011-2017

Costos facturados para el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico 2011-2017							
Mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	\$ 7.359.218	\$ 5.360.520,00	\$ 5.989.440,00	\$ 11.384.280,00	\$ 8.254.400,00	\$ 10.744.968,00	\$ 4.756.147,00
Febrero	\$ 5.671.384	\$ 9.417.124,80	\$ 11.084.160,00	\$ 5.175.000,00	\$ 6.446.400,00	\$ 5.748.988,00	\$ 12.125.583,00
Marzo	\$ 5.677.850	\$ 9.055.672,68	\$ 10.460.768,00	\$ 9.315.000,00	\$ 14.500.396,00	\$ 15.975.718,00	\$ 18.458.545,00
Abril	\$ 9.913.604	\$ 8.392.386,60	\$ 10.080.000,00	\$ 9.798.840,00	\$ 13.283.329,00	\$ 14.297.420,00	\$ 17.733.789,00
Mayo	\$ 9.570.864	\$ 10.421.760,00	\$ 11.160.000,00	\$ 8.364.720,00	\$ 12.348.824,00	\$ 13.397.044,00	\$ 16.805.069,00
Junio	\$ 10.498.850	\$ 9.976.241,40	\$ 9.945.000,00	\$ 9.828.000,00	\$ 14.386.665,00	\$ 16.755.898,00	\$ 18.528.217,00
Julio	\$ 9.625.832	\$ 8.616.230,64	\$ 9.815.396,76	\$ 12.927.040,00	\$ 13.300.560,00	\$ 14.006.079,00	\$ 16.426.412,00
Agosto	\$ 8.387.440	\$ 10.748.081,52	\$ 11.547.525,60	\$ 12.992.000,00	\$ 13.562.640,00	\$ 14.021.194,00	\$ 17.184.106,00
Septiembre	\$ 9.386.560	\$ 10.614.754,80	\$ 11.058.886,80	\$ 14.010.400,00	\$ 14.593.072,00	\$ 17.872.063,00	\$ 19.354.454,00
Octubre	\$ 9.156.989	\$ 10.160.664,00	\$ 11.521.440,00	\$ 13.238.523,20	\$ 1.502.228,00	\$ 18.773.498,00	\$ 19.522.671,00
Noviembre	\$ 9.599.965	\$ 9.821.238,92	\$ 11.067.840,00	\$ 15.062.924,80	\$ 13.272.432,00	\$ 15.122.367,00	\$ 17.463.509,00
Diciembre	\$ 3.327.169	\$ 5.261.088,74	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 15.349.026,00	\$ 15.663.579,00	\$ 18.958.298,00
TOTALES	\$ 98.175.724	107845764,10	\$ 113.730.457,16	122.096.728,00	\$ 140.799.972,00	\$ 172.378.816,00	\$ 197.316.800,00

Según Pinzón, Corredor, Santamaría, Hernández y Trujillo (2014) el consumo energético en

instituciones educativas varía a lo largo de los meses y tiene variaciones grandes, debido a los



períodos vacacionales, lo que coincide con los resultados de mínimo consumo para el Complejo, ya que, el mes de enero es el que representa este consumo durante el año, cuando se observa el período 2011 a 2017, el Complejo mantuvo un promedio cercano de crecimiento más o menos homogéneo entre los años 2011 y 2014, a partir de ésta fecha presentó un aumento ascendente en los consumos hasta el 2017 (Figura 1).

La Figura 1 muestra el creciente consumo energético del Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuuario y Turístico, generando un gran impacto negativos de recursos monetarios y ambientales, cifras de consumo anuales que estaban en promedio aumentando con cada año que pasaba durante los 7 años el consumo fue de 303.630 kilovatios en el año 2011 hasta aproximadamente 421.760 kilovatios en el año 2017, cifras que son considerablemente altas en materia de consumo, pero que se considera están cercanas a las normales de una institución educativa, ya que Pinzón et al. (2014) realizaron una investigación similar en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, donde presentaban consumos para el año 2011 y 2012 similares.

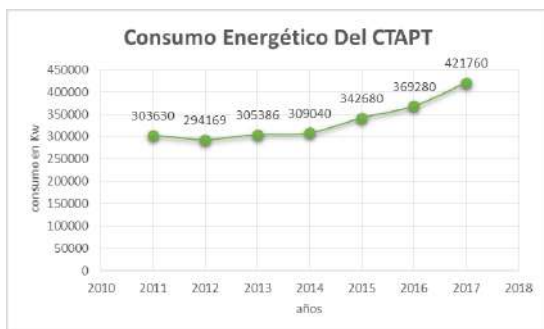


Figura 1. Consumo de energía en kilovatios. Diagnóstico del consumo energético del Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuuario y Turístico-SENA.

Al realizar la prueba de Tukey con los datos promedios de consumo frente al año, se estableció que se muestran 2 subconjuntos homogéneos, basados en las medias de observación, ya que, para el grupo a, se mantiene una diferencia normal en los años 2011 y 2012, mientras que entre los años 2013 hasta 2016 se mantiene un balance de alto consumo pero estadísticamente sin mucha diferencia de valores, por lo tanto existen

diferencias significativas entre el año 2016 y 2017 en el cual el consumo energético se elevó. (Tabla 2), el primer grupo corresponde al consumo desde el año 2011 hasta el 2012 y el otro grupo comienza en el 2013 y termina en el 2016, quedando así el año 2017 de mayor consumo marcando la diferencia.

Tabla N° 2. Comparación entre consumo (kW) y los años registrados. DHS de Tukey a,b.

Año	N	Grupos
2012	12	24514,0833 ^a
2011	12	25302,5000 ^a
2013	11	27762,3636 ^{ab}
2014	11	28094,5455 ^{ab}
2015	12	28556,6667 ^{ab}
2016	12	30773,3333 ^{ab}
2017	12	35146,6667 ^b
Sig.		,355

Para poder llegar al costo total de inversión, se realizaron pruebas preliminares de funcionamiento de la energía solar y las luminarias led, ya que una vez se realizó el inventario y análisis se procedió a determinar

1. Que la cantidad de lámparas fluorescentes a intervenir en el Complejo eran 400

Tabla 3. Calculo de consumo, costo de consumo y cantidad de lámparas actualmente del CTAPT

Cantidad Lámparas	400
Potencia En W Por Lámpara	64
Potencia Total En W	25600
Kw/H Consumido	332,8
Costo Kw/H	470,00
Valor Energía Mensual	4.692.480,00

2. El consumo para una lámpara del CTAPT es de: 64 Vatios = 71 Voltio-Amperios (potencia reactiva), teniendo en cuenta el presente dato se puede determinar que el consumo aproximado de energía eléctrica en iluminación de lámpara fluorescente del Complejo en el año 2017 fue aproximadamente el descrito en la tabla 2, donde se



observa, que para una lámpara se necesitan dos tubos fluorescentes que tienen una potencia de 64W/h, por tanto al calcular el consumo para las 400 de todo el Complejo se puede establecer un

3. Al realizar el análisis de cambio para una lámpara con iluminación led el consumo proyectado por lámpara led es de 32 Vatios = 32 Voltio-Amperios (sin potencia reactiva), por tanto, la proyección del consumo se reduce a la mitad de lo que consume actualmente bajando a 32W/h, (Tabla 3), es de aclarar que éste cambio se realiza sin producir potencia reactiva ya que no se utilizaría balasta para la lámpara, teniendo un costo de \$2.346.240,00 costo general de \$4.692.480,00.

Tabla 4. Cálculo de costos, cantidades y consumo de lámparas con la energía solar y la implementación de la iluminación led.

Cantidad Lámparas	400
Número de Tubos Led	800
Potencia en W Por Lámpara	32
Potencia Total en W	12.800
Kw/H Consumido	166,4
Costo Kw/H	470,00
Valor Energía Mensual	2.346.240,00

Por tanto los resultados que se muestran en las tablas anteriores nos indican que el ahorro de energía para el cambio de lámpara fluorescente a Tubos led es del 50%, es decir se logra un ahorro energético bajando a un gasto de 166,4kw/h que representa en costos \$ 2.346.240,00 pesos.

Tabla 5. Cotización general de equipos y materiales para la conversión a energía solar.

Elemento	Cantidad	Costo \$	IVA %	Valor IVA \$	Valor/unidad \$	Valor/total \$
Panel 300w	82	900000	19%	171000	1071000	87822000
Conector macho	90	40000	19%	7600	47600	4284000
Conector hembra	90	40000	19%	7600	47600	4284000
Cable solar 3x12	300	7000	19%	1330	8330	2499000
CONTR/100 AMP	1	3000000	19%	570000	3570000	3570000
CONTR/90 AMP	4	3000000	19%	570000	3570000	14280000
CONTR/50 AMP	6	900000	19%	171000	1071000	6426000
CONTR/75 AMP	3	900000	19%	171000	1071000	3213000
CONTR/25 AMP	2	700000	19%	133000	833000	1666000
CONTR/150 AMP	1	2000000	19%	380000	2380000	2380000
CONTR/35 AMP	1	750000	19%	142500	892500	892500

Para verificar la efectividad del cambio energético y abaratando costos para el cambio, se realizó la intervención de dos lámparas en el aula-taller de electricidad por parte de aprendices del semillero SER, determinando que al cambiar el tubo existente de la lámpara fluorescente por un tubo led y adaptar el soket nuevo se puede reutilizar el portalámparas existente, lo que permitió disminuir costos en el proceso de cálculos de la conversión energética; ya que un portalámparas convencional cuesta alrededor de 70 mil pesos, teniendo en cuenta que son 400 lámparas en todo el Complejo el proceso de conversión estaría ahorrando aproximadamente 28 millones de pesos, siendo ésta la razón por la cual no se utiliza potencia reactiva en la reestructuración con lámparas led.

Una vez se realizaron éstos análisis de consumo energético y experimentos de cambio a tubos led, se realizó un supuesto de análisis de costos con precios año 2017, para conocer cuál sería el costo total en los cambios energéticos de los diferentes ambientes de aprendizaje, como lo son la red administrativa, área de sistemas, área de sanidad animal, biblioteca, aula 25, aula 26, baños, armario, centro de cableado, unidad de emprendimiento, registro, auditorio, sala instructores, laboratorio agrobiotecnología, gimnasio, aulas 2° piso (5 aulas), gimnasio, área de bilingüismo, metalmecánica, aula taller de electricidad, una vez se realizó el seguimiento y la demanda energética de cada una de las áreas, se logró definir una cotización de materiales necesarios para la conversión energética (Tabla 5).



INVERS/3000	2	1541000	19%	292790	1833790	3667580
INVERS/2500	6	3200000	19%	608000	3808000	22848000
INVERS/500	7	500000	19%	95000	595000	4165000
INVERS/1000	2	650000	19%	123500	773500	1547000
INVERS/1500	1	2800000	19%	532000	3332000	3332000
INVERS/4000	1	9000000	19%	1710000	10710000	10710000
MICR/INVER /500	2	2100840	19%	399159,6	2500000	4999999
MICR/INVER /1000	2	2976190	19%	565476,1	3541666	7083332
ESTRUCT. DE PANELES	82	200000	19%	38000	238000	19516000
AIU ⁽¹⁾						31377812
Total						240563223

Dónde: ⁽¹⁾ Administración, imprevistos y utilidades

La figura 2 arroja unos resultados producto de la combinación de entre los años que tomamos como base de estudio y los consumos anuales de los mismos, teniendo así evidentemente un consumo creciente entre un año y otro. Como podemos apreciar en la figura 2, la distribución de los datos se inclina al primer cuartil para los años del 2011 al 2013, en el 2014 y 2015 la distribución de los consumo estuvo muy cercano a al segundo cuartil, en el 2016 los consumos estuvieron cercanos al tercer cuartil y en el 2017 se encontraron en el tercer cuartil. Todos los años menos el 2011 presentaron consumos atípicos a la mediana de los datos.

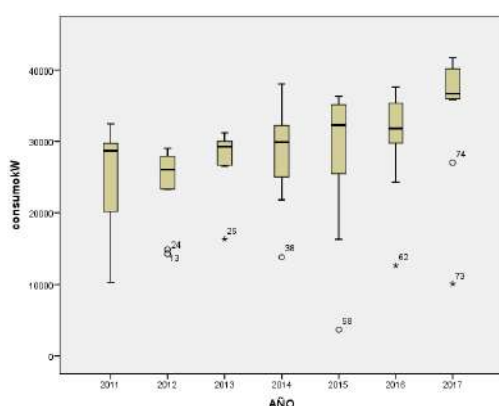


Figura 2. Relación entre el consumo de energía respecto al período de estudio.

Sun Colombia afirmó en (2017) que la inversión se hace una sola vez. Los paneles solares captan la radiación solar y la convierten en electricidad que se puede utilizar todo el día, hasta que se oculta el sol. Si el sistema solar fotovoltaico cuenta con una batería para acumular energía, está también se podrá aprovechar en horas en la noche. Los paneles solares usan energía de

una fuente inagotable. De esta manera, es posible abastecerse de energía a un bajo costo. En Colombia la mayoría de personas suelen ahorrar energía con la técnica de “Apagar” y de esta manera consigue bajar las cuentas en sus facturas. Actualmente, hay otras opciones que dan solución al consumo energético, existen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable que generan sostenimiento ambiental, eléctrico y económico. En zonas tropicales el uso de paneles solares aportaría un excelente servicio de electricidad, dado que, las personas ya no tendrían que preocuparse porque la lluvia altere y afecte su funcionamiento generando cortes intermitentes en el servicio. Ciudades como Santa Marta, Barranquilla y Cartagena tienen altas temperaturas por ser un clima Tropical-cálido, esto produce en ocasiones sobrecargas en las redes eléctricas. Un sistema de paneles solares aportaría el mejoramiento del servicio energético ya la reducción de la huella de carbono en el país, puesto que en algunas casas de las ciudades anteriormente mencionadas, utilizan aire acondicionado, al igual que en los sitios recurrentes como: restaurantes, universidades, oficinas, centros comerciales, hospitales, entre otros. La solución al consumo energético y a los altos costo de electricidad, está en la nueva era de las energías renovables, otorga rentabilidad económica en la factura y adicionalmente existe la Ley 1715 que otorga incentivos tributarios por realizar proyectos con energías renovables en Colombia. Adicionalmente, tenga en cuenta que las empresas de tecnología seguirán creando nuevos aparatos que necesiten del consumo eléctrico y necesitará para ello, un sistema que le brinde la seguridad y la sostenibilidad en los gastos.

4. Estrategia de conversión: Debido a que los costos iniciales de inversión son muy elevados para el Complejo y teniendo en cuenta los costos y requerimientos de uso y necesidad de las diferentes áreas, se sugiere según la tabla 6, 19 áreas del complejo donde se debe intervenir para realizar la conversión por etapas: debería comenzar por la sala de instructores, el auditorio y la biblioteca, teniendo en cuenta que son zonas muy concurridas por parte de instructores y aprendices y que requieren del uso de iluminación durante las tres jornadas de estudio: mañana, tarde y noche. Luego pasaría a las áreas de aulas de aprendizaje, seguido por laboratorios, Armario, Unidad de Emprendimiento, Registro y finalmente el gimnasio.

Tabla 6. Cotización por etapas en los ambientes de aprendizaje.

Ambientes de aprendizaje	Costos
Aula de Electricidad	17.382.330,00
Aula de Sistemas	17.382.330,00
Biblioteca	6.132.070,00
Aula 26	2.604.190,00
Baños	2.604.190,00
Armario	4.133.380,00
Unidad de Emprendimiento	4.211.380,00
Registro	4.211.380,00
Auditorio	28.574.280,00
Laboratorio de Agrobiotecnología	5.640.570,00
Gimnasio	10.480.330,00
Aulas en el 2º Piso del Gym	17.383.107,00
Metalmecánica	17.382.330,00
Red Administrativa	18.811.520,00
Sanidad Animal	4.133.380,00
Aula 25	4.133.380,00
Centro Cableado	2.704.190,00
Sala Instructores	9.051.140,00
Bilingüismo	15.953.140,00

Conclusiones y recomendaciones

Como podemos apreciar en las tablas anteriores los consumos energéticos del Complejo han ido

elevándose gradualmente en los últimos 7 años, generando así gastos considerablemente altos. Y esa es la razón por la cual iniciamos este proyecto, implementar la iluminación led y la energía solar fotovoltaica para reducir este elevado consumo y la preservación del medio ambiente.

La preservación del medio ambiente ha sido un tema muy trascendental al momento de realizar este proyecto, ya que todo lo realizado por el hombre tiene un impacto ya sea positivo o negativo, hemos querido aportarle algo sumamente positivo.

Para la realización de la conversión a iluminación solar y tubos led, sólo hace falta voluntad institucional y gestión de recursos para poder materializar la planeación propuesta de éste estudio.

El clima del municipio de Apartadó es tropical, con una temperatura anual promedio de 24 y 32 °C. (Alcaldía de Apartadó, 2016), el cual es ideal para realizar un montaje de sistema solar.

En la subregión de Urabá existe poca implementación de energía solar tanto en zonas urbanas como rurales, al realizar la conversión en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico del municipio de Apartadó, la institución estaría siendo pionera, innovadora y ejemplo tanto para instituciones educativas como para la ciudadanía en general

Bibliografía

Cabezas Fasanando, K. N. (2013). Reducción del costo en el consumo de energía eléctrica utilizando tecnología LED en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNSM. Recuperado de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/1872/ITEM%4011458-610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Briñón Zapata, M. E. (2015). Diseño de iluminación Led de Alta eficiencia en el proyecto Micro-Red de la Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2418/Reporte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fueres, F. (2016). Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias LED y alimentación solar fotovoltaica (Bachelor's thesis).



- Recuperado de
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12213>
- Hernández, N. E., Ramírez, A.X. (2015). Estudio sobre la sustitución por energías renovables (Solar Fotovoltaica) en las instituciones educativas de básica primaria y secundaria en Colombia: análisis y posibilidades. (Trabajo de grado presentado para obtener el Título de economista). Universidad Santo Tomás. Bucaramanga. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/305959084_Estudio_Sobre_la_Sustitucion_por_Energias_Renovables_Solar_Fotovoltaica_en_las_Instituciones_Educativas_de_Basica Primaria_y_Secundaria_en_Colombia_Analisis_y_Posibilidades
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Proyección de Demanda de Energía Eléctrica en Colombia. Revisión Marzo de 2013. Recuperado de: http://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Documents/proyeccion_demanda_ee_Abr_2013.pdf
- Pinzón, C., Jaime, D., Corredor, R., Santamaría, P., Hernández, M., Johann, A., ... & Cesar, L. (2014). Implementación de indicadores energéticos en centros educativos. Caso de estudio: Edificio Alejandro Suárez Copete-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Revista EAN, (77), 186-200. recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602014000200010
- Rodríguez Murcia, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Revista de ingeniería, (28). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1210/121015051011/>
- Solar, E. (2007). Energía solar fotovoltaica. Página consultada en la web el, 26. Recuperado de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-solar-fotovoltaica.pdf>
- Formación, E. (2007). Energía solar fotovoltaica. FC Editorial. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GZh1DGUQoOUC&oi=fnd&pg=PA13&dq=ventajas+de+la+energ%C3%ADa+solar&ots=m6nqE_G_Qh&sig=GKLnUKP9wstE_tB0PujNv3Pwq1o#v=onepage&q=ventajas%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar&f=false
- Gestor de contenidos Blog suncolombia (2017 junio 05) paneles solares Colombia ¿energía a bajo costo? Recuperado de <http://www.suncolombia.com/paneles-solares-energia-bajo-costo/>

Responsabilidad social vs objetivos económico de las organizaciones

Social responsibility vs economic objectives of organizations

Humberto Gutiérrez Ramírez^{1*}

Resumen

El tema de investigación referente al Establecimiento de un plan de acción en los programas de la responsabilidad social de “Pacific rubiales Energy” para la corrección y mitigación de impactos negativos a los grupos de interés, en los aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales; que hace referencia a la disciplina de gestión en cuanto a las PRSE (prácticas de responsabilidad social empresarial) además de establecer planes de acción que busquen poner en sintonía los aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales, especialmente en empresas dedicadas a la explotación de hidrocarburos, donde desarrolla operaciones Pacific rubiales en desmedro de su calidad de vida, y de los derechos ciudadanos consagrados en el pacto Global como Derechos Humanos, derechos laborales, medio ambiente y lucha contra la corrupción.

Palabras clave: pacto global, pacific rubiales energía, responsabilidad social corporativa, sociedad civil.

Abstract

The subject of research relating to the establishment of a Plan of action in programs of social responsibility of Pacific rubiales Energy; correction and mitigation of negative impacts on the stakeholders, in social, economic, cultural and environmental aspects; is reference to the discipline of management regarding the SEPS (practices of corporate social responsibility), establish action plans that seek to put into tuning the social, economic, cultural and environmental aspects, particularly in companies engaged in the exploitation of hydrocarbons, and the impact on civil society, citizens of the common, in relations with the communities, settlers and farmers; (Stakeholders); where it develops operations Pacific rubiales to the detriment of their quality of life, and citizenship rights enshrined in the Covenant as human rights Global labor, environment and anti-corruption.

Keywords: global pact, pacific rubiales energy, corporate social responsibility, civil society.

Introducción

En la medida en que las empresas comprendan que pueden ser innovadoras y rentables, manteniendo conductas éticas que fortalecen la gestión de su propia identidad, su imagen y reputación corporativa de forma transparente y confiable, se verá reflejado en los efectos negativos provocados por el desarrollo de su actividad económica, es un tema que preocupa hoy en día a sus líderes, trabajando bajo la premisa de que no se es bueno ejerciendo un liderazgo cuando solo se logra generar riqueza para los dueños, generando destrucción y daños al medio ambiente, desgaste excesivo de recursos, perjuicio a las personas y efectos adversos a

la comunidad en general.

En su Libro Verde de 2001, la Comisión Europea la define como: “La integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores”. [...] “La responsabilidad social de las empresas es, esencialmente, un concepto con arreglo al cual las empresas deciden voluntariamente contribuir al logro de una sociedad mejor y un medio ambiente más limpio”.

Concierne a las empresas de hidrocarburos en temas de

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario Y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Red Agrosena Tel 57 (54) 8280072 IP 44251. CP: 05785.

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: hgutierrezr@sena.edu.co (H. Gutiérrez).



responsabilidad social empresarial, con referencia a los aspectos ambiental y social; el reto de estas, deberá estar en identificar, analizar y tomar medidas, que desarrollen planes puntuales para reducir los impactos de orden económico, social y ambiental (ISO 2600.2010), La Guía Reporte Global GRI 3.1(2012); dada la afectación provocada por las labores requeridas para llevar a feliz término: la explotación, mejoren sus procesos productivos y las posicionen en el margen de la competitividad de su sector económico.

La investigación planteada es de tipo exploratorio con enfoque cualitativo, el cual se fundó en la revisión documental, el análisis de las fuentes primarias y secundarias; tomándose como fuentes primarias la Guía GRI 3.1 y la norma ISO 26000, como secundarias (las cuales permitan identificar el estado actual de la gestión social y ambiental de Pacific rubiales en Colombia), documentos alusivos a la RSE en el sector de hidrocarburos en el área social y ambiental (Revisión y análisis documental de los libros seleccionados en la investigación) como también las normativas nacionales e internacionales referidas a las exigencias de la norma y de la guía.

De acuerdo al método elegido (cualitativo e inductivo), vamos de lo particular a lo general, por lo que se detalla el contexto, el desarrollo del sector de hidrocarburos y el manejo de sus prácticas sociales y ambientales que permitan desde una perspectiva interpretativa, construir y adaptar una herramienta de gestión para la implementación de un programa de Responsabilidad Social Empresarial que beneficie a la comunidad impactada.

El trabajo investigativo se desarrolló en dos etapas: un trabajo de análisis documental para la fundamentación en el tema y un segundo momento, estudio de caso, para diseñar el plan que se desarrollará en la práctica.

Marco teorico.

Inicios de la responsabilidad Social empresarial

Según Berrio y Rúa (2009)

El concepto o la idea de RSE surge en los Estados Unidos como respuesta a las problemáticas destacadas durante la Segunda Guerra Mundial, pues era necesaria una estrategia que promoviera el desarrollo social, industrial, ambiental y comercial de los países más afectados por el conflicto (p. 71)

Correa (2007) declara que:

En la primera mitad del siglo XX surge espontáneamente la participación voluntaria por parte de las organizaciones en la comunidad, y por ello éstas comienzan a aceptar la existencia de la responsabilidad de participar en el bienestar de la sociedad, a partir de la realización de actividades filantrópicas puntuales (p. 5).

Según Cortina (2010) la RSE se fortalece en las décadas de los cincuenta y los sesenta del siglo XX.

Concepto de Responsabilidad Social

Responsabilidad de una organización ante los impactos que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y el medio ambiente, mediante un comportamiento ético y transparente que contribuya al desarrollo sostenible, incluyendo la salud y el bienestar de la sociedad; tome en consideración las expectativas de sus partes interesadas; cumpla con la legislación aplicable y sea coherente con la normativa internacional de comportamiento, y esté integrada en toda la organización y se lleve a la práctica en sus relaciones (IESALC, 2014).

Guía GRI 3.1

La Iniciativa del Global Reporting Initiative - GRI es una institución independiente, que creó el primer estándar mundial de lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad para las empresas que desean evaluar su desempeño económico, ambiental y social (Global Reporting Initiative, 2012).

El objetivo del GRI es lograr una economía global sostenible en el cual las empresas gestionen responsablemente su desempeño e impacto económico, ambiental y social, y elaboren memorias de una forma transparente, además de hacer de la producción de memorias de sostenibilidad una práctica habitual suministrando orientación y respaldo a las organizaciones (Global Reporting Initiative, 2012).

Por su parte, para Cortina (1998) la RSE “es el descubrimiento y la aplicación de valores y normas compartidas por una sociedad pluralista al ámbito peculiar de la empresa, lo cual requiere entenderla según un modelo comunitario” (p. 2). Complementa diciendo que lo fundamental en la idea de RSE reposa en el espíritu ético de la modernidad sin dejar de lado el espíritu de libertad, que se debería trazar paralelamente a la responsabilidad. Si bien en el mundo actual no es posible regular la libertad sí es necesario acudir a la responsabilidad como elemento esencial de la configuración de la ética.

Concepto de Responsabilidad Social Pacific Exploration & Production Corp

La visión de Pacific Exploration & Production Corp. es ser la primera empresa de exploración y producción de petróleo y gas independiente en Latinoamérica en términos de reservas, producción y generación de valor, y estar entre las más reconocidas por su contribución al desarrollo sostenible de su entorno.

La estrategia de Pacific E&P está enfocada en el crecimiento sostenible en producción y reservas y la generación de valor. Está comprometido a desarrollar su negocio de manera social y ambientalmente responsable, además de destacarse por su capacidad para descubrir y desarrollar reservas de hidrocarburos en forma sostenible, responsable y rentable.

Concepto de Responsabilidad Social en Colombia

Según Franco, Betancur y Posada (2018):

La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia —ANDI— (2011) cree firmemente que la RSE es iniciativa del empresario, que surge a partir de sus objetivos estratégicos y a su vez permite que sus prácticas se desarrollen dentro de los principios éticos de la empresa. Según Nullvalue (2010) en Colombia existen diferentes proyectos que buscan atender áreas de gran impacto social, como la educación, salud, formación laboral y medio ambiente. Cada vez son más las empresas que trabajan de la mano para atender a la problemática que encierra la pobreza, como la falta de oportunidades para acceder a educación, salud, formación laboral y medio ambiente (p.1).

Otras compañías se concentran en atender directamente estas situaciones, fortaleciendo el fomento de la educación y la formación tecnológica y para la vida, como medio de crecimiento de los colombianos más jóvenes, según lo indica esta fuente de información.

Análisis y propuesta crítica de los autores

La propuesta del plan de acción se da en dos etapas: el proceso de consulta y la planeación como tal.

De manera estratégica se usa la consulta enfocada especialmente en escuchar a la comunidad, los

trabajadores y las directivas, para conocer sus expectativas, necesidades y propuestas. Este paso implica una instancia de diálogo con los colaboradores, comunidad y con la gerencia de Pacific Rubiales.

Se considera este encuentro como una posibilidad para la innovación y la generación de ideas que permitan ejecutar los procesos de forma efectiva y a mínimo costo.

Para el proceso de diseño del plan de acción

El punto a tener en cuenta es diseñar actividades para todos los temas, sean adecuados en lo que refiere a la RSE hacia los colaboradores, que generalmente incluyen, en términos generales: equidad y diversidad, participación en la gestión de la empresa, relación con sindicatos y trabajadores organizados, distribución de compensaciones, desarrollo profesional y empleabilidad, cuidado de la salud, seguridad y condiciones de trabajo, jubilación, despidos y familia de los colaboradores.

Es imperioso en estos momentos pensar en cambiar el modelo de desarrollo que lleva intrínseco la economía y política del País. Esto lo ratifica lo evidenciado por ejemplo con el boom petrolero, el país se dedicó a tener unas economías netamente petroleras al extremo de ser permisivos con el daño ambiental que estas le han dejado al ecosistema. El Estado debe ser el abanderado en el cuidado del medio ambiente y la realidad nos muestra la otra cara en regiones donde ha estado Pacific Rubiales entre otras se han secado ríos y nacederos, se han contaminado los mismos, ha habido cantidades de problemas con las comunidades civiles e incluso con las alcaldías y gobernaciones que han tenido que vivir la realidad junto con sus comunidades.

Lo lamentable es que, para el caso colombiano, existen autoridades ambientales como el ANLA², que se supone fueron creadas para cuidar en pocas palabras el medio ambiente tal y como reza el Decreto 3573 de 2011, artículo 2o. Objeto. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales —ANLA— es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País.

Es el decrecimiento una fórmula para el nuevo modelo de desarrollo y la implementación de la responsabilidad de las empresas con el medio ambiente y el entorno

El decrecimiento se presenta como alternativa al actual modelo de desarrollo insostenible, donde el decrecimiento se vuelve una alternativa para el capitalismo global; lo cual no indica que todo tiene que



decrecer, sino como una forma de reducir los consumos de materia y energía o equivalente a decir el producto interno bruto.

Y aumentar modalidades de consumo y producción sostenibles. El objetivo de estos es hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida.

La implicación de que los recursos sean finitos ¿cuál será el futuro de las generaciones? ¿Cuál es el papel de las empresas que exportan recursos en los países menos desarrollados?

La certeza de lo finito de los recursos es la condición más clara de que se debe determinar un cumplimiento riguroso de las normas de protección ambiental, cambiar el modelo y sancionar rigurosamente las empresas que no quieren un futuro para las generaciones venideras. Está demostrado que los recursos renovables son finitos y pese a la mala utilización que ha hecho el mayor depredador del sistema “el hombre”, aún continúan tratando de sobrevivir. Pero algunas especies ya han desaparecido totalmente, así como algunos paisajes, en el caso de la explotación de oro en regiones como el Chocó, donde extensiones de selva han sido deforestadas y ríos contaminados.

Estos recursos requieren urgentemente la atención del Estado y la toma de conciencia de estas organizaciones para poder salvarlas de lo contrario serán un recuerdo más en las fotografías de libros de geografía e historia o en el álbum familiar de algunos de los habitantes de estos sectores. Pacific Rubiales y las demás empresas u organizaciones juegan un papel vital en los países subdesarrollados ya que estos tienen la responsabilidad legal, ética de respetar el medio ambiente y su entorno social. El nuevo modelo debe contemplar el decrecimiento, de lo contrario pronto estaremos en un proceso forzado por la escasez de recursos naturales y el irrecuperable daño ambiental.

Se hace necesario regular el consumo y la producción, aspectos directamente proporcionales en la economía

local y mundial.

De qué sirve que en la actualidad una empresa como Pacific, tenga alta rentabilidad, sin entender que si se sigue agotando el medio ambiente el resultado será desolación y muerte.

¿Es necesario regular mediante la responsabilidad empresarial el hiperconsumismo de la sociedad actual?

Sí, se hace necesario que las empresas se concienticen de su responsabilidad. Las mismas industrias las que tomen la iniciativa de regular el hiperconsumismo es posible, es solo querer entender que quienes les generan sus ingresos son los consumidores que deben ser orientados sensibilizados y regulados. Esto fue demostrado el mes de mayo de 2016, cuando las empresas productoras de bebidas gaseosas firmaron un acuerdo para no vender éstas a los menores de doce años en los colegios. Con esto buscan contribuir en la disminución de enfermedades a través de crear hábitos de consumo saludables. Según Portafolio.com (2016): Los estudiantes de primaria, menores de 12 años, tendrán menos acceso a gaseosas, té y bebidas hidratantes, con el fin de que sean orientados por sus padres y tutores sobre hábitos de consumo responsable.

Según la ONU (2015), dentro de sus ODS, plantea en el Objetivo 12: Garantiza lotar y empobrecerlos.

Tabla 1. Plan de acción en los programas de la responsabilidad social de Pacific Rubiales Energy; para la corrección y mitigación de impactos negativos en los grupos de interés

Fuente: Elaboración propia

Metodología o acción a implementar	Qué	Quién	Cuándo	Cómo	Resultados
Iniciar la implementación rigurosa de las normas y protocolos técnicos sobre los impactos ambientales.	Cumplimiento de las normas establecidas para la mitigación del impacto ambiental en los sectores donde se desarrolla la actividad.	Por estrategia planteada por el equipo de asesores expertos para cumplimiento de los equipos interdisciplinarios.	Se inicia la sensibilización y ajustes de los procesos a partir del segundo semestre del año.	Se establece una matriz de identificación de incumplimientos, se diseña plan de mejora y se plantean tiempos de inicio no superiores a 15 días. De la mano se establece un grupo interventor y seguimiento para garantizar la ejecución.	Se disminuirá el impacto ambiental en 4% en el primer semestre de implementación. Se obtendrá una mínima certificación.
Realizar un estudio de las poblaciones existentes en la zona de influencia operacional, cuya finalidad es proyectar acciones para elevar su calidad de vida.	Identificar los intereses, problemáticas de la comunidad a fin de desarrollar programas de emprendimiento y formación.	Equipo conformado por trabajador social y sociólogo designado por la dirección general.	Es pertinente iniciar la convocatoria y conformación de equipos con profesionales preferiblemente de la región.	Cada equipo psicosocial, identifica problemáticas e intereses y con la comunidad generan alternativas o soluciones y se fijan fechas de inicio de los proyectos. El equipo le entregará al equipo de ejecución o experto según el proyecto lo interesados.	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector, donde el principal agente transformador es la conciencia de responsabilidad social.
Acuerdos entre los actores socio-políticos en conflicto dentro de los departamentos petroleros y áreas prioritizadas.	Generar procesos de diálogo en departamentos petroleros con mayor conflictividad social. Y generar el protocolo de atención a crisis de conflictividad social en regiones de influencia.	Gerencia de Pacific Rubiales, gobierno y sociedad civil, comunidades, sindicatos.	Anualmente, se debe incluir un presupuesto para su desarrollo en los planes y programas de RSE de Pacific.	Establecer unos estándares mínimos sociales y ambientales, y restablecer la autoridad de los estados y de las instituciones intergubernamentales sobre las grandes corporaciones.	Aumento de acuerdos por año. Recursos destinados para los proyectos acordados y trabajo de campo.
Garantizar la Protección de	Ayudar con la erradicación de la pobreza en las zonas de	Gerencia de Pacific Rubiales junto con	Anualmente, se debe incluir propuestas	Pagar salarios justos y equitativos que permitan mejor	Valoración de política salarial de la empresa.



Metodología o acción a implementar	Qué	Quién	Cuándo	Cómo	Resultados
los derechos laborales.	influencia de Pacific Rubiales.	todas las áreas administrativas y operativas (sindicato)	para generar equidad y justicia laboral entre los trabajadores.	bienestar a la población. Favorecer la protección del trabajador. Motivar al trabajador para que denuncie la vulneración de sus derechos laborales.	Evaluación del cumplimiento de los acuerdos de protección del trabajador.
Realizar campañas de Comunicación y educación para modificar estereotipos culturales y sociales.	Reducir la estigmatización.	Gerencia de Pacific Rubiales, gobierno y sociedad civil.	Anualmente, se debe incluir propuestas en los planes de RSE.	Efectuando campañas de sensibilización. Capacitando a los grupos de interés. Denunciar los casos de abuso social.	Número de campañas realizadas al año. Número de personas capacitadas al año.
Realizar un estudio de las poblaciones existentes en la zona de influencia operacional, cuya finalidad es proyectar estudios.	Incrementar la visibilidad de grupos sociales y poblaciones de las zonas de influencia de la empresa.	Gerencia de Pacific Rubiales, gobierno y sociedad civil.	Anualmente, se debe incluir un presupuesto para su desarrollo en los planes y programas de RSE de Pacific.	Estableciendo alianzas estratégicas entre empresa, gobierno y grupos de la sociedad civil, a fin de formalizar proyectos de inversión. Apoyar procesos sociales para desarrollo de proyectos que se adelantan en territorios de comunidades étnicas	Incremento de estudios por año. Recursos destinados para proyectos de estudio y trabajo de campo.
Reuniones periódicas con entidades del Estado.	Articularse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.	Gerencia de Pacific Rubiales y entidades estatales encargadas de manejar ODS.	De acuerdo al cronograma establecido por entidades del Estado. Se debe dejar un presupuesto	Analizando su impacto en las zonas donde realiza la operación y diseñando indicadores de gestión que le permita medir e ir haciendo seguimiento a su contribución en los ODS.	Contribución en mejoramiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, en el consolidado que Colombia debe presentar a la ONU.

Conclusiones

Con esta investigación se concluye que se hace pertinente desarrollar planes de acción inmediatos en el marco de la responsabilidad Social y empresarial que aporten a la mitigación del impacto social, económico, político, cultural y ambientales en los grupos de

interés, donde Pacific Rubiales Energy desarrolla sus operaciones de extracción de petróleo.

Las acciones que se plantean y debe adelantar la empresa con relación al desarrollo de las comunidades

y el medio ambiente .La responsabilidad Social de Pacific Rubiales debe evidenciar la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas que permiten su funcionamiento de forma armónica entre la empresa y sus diferentes grupos de interés, esto es, que Pacific Rubiales debe demostrar que ha logrado consolidar procesos de sustentabilidad corporativa, como consecuencia de una continua participación entre los diferentes actores naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, y generar el cumplimiento de los objetivos del programa de Responsabilidad Social Corporativa formulado por la empresa.

La compañía debe entender que existe gracias a una comunidad con la que necesita generar una comunicación abierta, donde se socialicen los intereses y se lleguen acuerdos.

Bibliografía

- Berrio, A. Rúa. L. (2009). Responsabilidad Social Empresarial, ¿compromiso con la comunidad o estrategia de mercadeo?, Revista Mercatec, Edición 46, p 71. Recuperado en Agosto 2013 de <http://es.calameo.com/read/000318991635738039e17>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible (LC/G.2660(SES.36/3)), Santiago.
- Correa, J. (2007). Evolución histórica de los conceptos de Responsabilidad Social Empresarial y Balance Social, p. 5 Recuperado en junio de 2013 de <http://www.redalyc.org/pdf/1650/165013675005.pdf>
- Cortina, A. (1998). Aplicación de la competencia ética en grupos de Ingeniería y negocio. Revista de Ética profesional, 2, p. 2 recuperado en junio de 2013 de <http://academiajournals.com/downloads/Guruchaga>
- Cortina, A. (2010). Conferencia Responsabilidad Social Empresarial. Recuperado en Mayo de 2013 de

http://observatoriorsu.org/documentos/COR_TINA_Adelas_Apuntes_AHC.pdf

- Franco, B., Betancur, C.A., Posada, D.M (2018). La responsabilidad social empresarial: una mirada desde el cooperativismo. Recuperado de: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/132-Texto%20del%20art%C3%ADculo-652-2-10-20141015%20\(6\).html](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/132-Texto%20del%20art%C3%ADculo-652-2-10-20141015%20(6).html)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE (2011). ICER informe de conjuntura económica regional 2010. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/icer/2010/casare_icer_10.pdf
- Ecopetrol S.A. (2007) Cartilla El Petróleo y su mundo. Bogotá, Colombia. Panamericana formas e impresos.
- Franco, B., Betancur, C.A., Posada, D.M. (2018)
- Global Reporting Initiative (2012) G.R.I.3.1 Guía para la Elaboración de Memorias de Sostenibilidad. Ámsterdam. (Holanda) Países Bajos
- Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe(UNESCO IESALC, 2014)
- Organización de las Naciones Unidas – ONU. (2015). Objetivo 12—Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles: un requisito esencial para el desarrollo sostenible Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Pacific Rubiales Colombia. (2011). Trabajo de grado para aprobar la maestría en Gestión de Organizaciones, Bogotá: Universidad militar Nueva Banco Interamericano de Desarrollo (2011) La Responsabilidad Social de la Empresa en América Latina. Antonio Vives y Estrella Peinado - Vara Editores.
- Perdiguero, T., García, A. (2005) La Responsabilidad Social de las Empresas y los nuevos desafíos

de la gestión empresarial. Universidad de Valencia, España. Granada.

Portafolio (Mayo 19 de 2016). Marcas de gaseosas y té restringen venta a menores .19 de mayo. Portafolio. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/empresas-firman-pacto-vender-gaseosas-escuelas-primarias-496073>

Ruiz, M. I.. (2011). Políticas públicas en salud y su impacto en el seguro popular en Culiacán, Sinaloa, México. Culiacán: Tesis Doctoral.

UNIT – ISO 26000 (2010) Guía de Responsabilidad Social. Montevideo, Uruguay: Instituto de Normas Técnicas.

Zapata, G. (2014). Inclusión social y fortalecimiento institucional como factores determinantes de la sustentabilidad y perdurabilidad corporativa, a partir de políticas de responsabilidad social en Pacific Rubiales, Colombia. Trabajo de grado para aprobar la maestría en Gestión de Organizaciones, Bogotá: Universidad Militar Nueva Banco Interamericano de Desarrollo (2011) La Responsabilidad Social de la Empresa en América Latina. Antonio Vives y Estrella Peinado - Vara EditorANDies.

Evaluación de componentes biológicamente activos (Radifarm nf®) en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Evaluation of biologically active components (Radifarm nf®) in the development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.)

Roberto González Gordon¹*, Slim Camilo Álvarez Alarcón¹, Daniel Vargas Rodríguez¹, Jhonatan Franco Sena¹, Wilmar Restrepo Restrepo², Lina María Sánchez Cardozo¹

Resumen

En Colombia el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) cuenta con más de 170.106 hectáreas sembradas en diferentes regiones del país siendo los mayores productores los departamentos de Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño y Tolima. Este cultivo se establece en zonas con características agroecológicas distintas. Aunque estas regiones cumplen con características aptas para su establecimiento, la mayoría de los agricultores se encuentran localizados en zonas con suelos poco desarrollados, con alto nivel de compactación y resistencia a la penetración, ocasionando problemas de volcamiento y mal desarrollo (anclaje y toma de nutrientes), estas limitantes se convierten en razones de peso, por las cuales se elaboran planes de manejo en vivero para la obtención de plántulas de alta calidad con sistemas radiculares en óptimo desarrollo. Actualmente la implementación de componentes biológicamente activos (bioestimulantes) han proporcionado incrementos en el desarrollo vegetativo, aunque pocos estudios han abordado aspectos fisiológicos en cacao. Radifarm nf® es un promotor de enraizamiento a base de extractos vegetales basados en aminoácidos, proteínas, vitaminas, saponinas, microelementos, polisacáridos y betainas que optimizan la penetración y translocación de agua y nutrientes en la planta. Por tal razón se evaluaron los componentes biológicamente activos (Radifarm nf®) en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), donde se estableció un diseño completamente al azar (DCA), en el cual se contemplaron siete tratamientos con diez repeticiones para cada uno, la unidad experimental corresponde a plántulas en etapa de vivero del clon IMC-67; para ello se contó con un testigo (sin tratamiento), cinco dosis (2, 2.5, 3, 3.5 y 4 cc L⁻¹) y una fertilización convencional (50 g) explicadas en el siguiente modelo estadístico $Y_{ij} = U + t_i + \xi_{ij}$. Se realizaron aplicaciones cada 15 días evaluando variables alométricas indicadoras del desarrollo de la planta (altura, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa radical) bajo los diferentes tratamientos, para ello se analizaron los datos utilizando métodos estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar y coeficiente de variación; en el diseño experimental se implementó una prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para la variable altura de la planta los tratamientos con media más alta son T3, T6 seguido de T2 con 24.08, 25 y 21.4 respectivamente, referente a diámetro número de hojas y finalmente, el tratamiento T6 presentó mejor comportamiento en las variables estudiadas con respecto a los demás.

Palabras Clave: nutrición, bioestimulante, fitohormonas

¹ Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784. E-mail: ragonzalezg@sena.edu.co; lisanchez@sena.edu.co

²Valagro Andina LTA., Tec. Agrícola E-mail: w.restrepo@valagroandina.co

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: roagonzalezgo@unal.edu.co

Abstract

In Colombia, the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) has more than 170,106 hectares planted in different regions of the country being the largest producers in the departments of Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño and Tolima. This crop is established in zones with different agroecological characteristics. Although these regions comply with the characteristics of their establishment, most of the farmers are located in areas with underdeveloped soils, with a high level of compaction and resistance to penetration, causing problems of overturning and poor development (anchoring and nutrient intake).), these limitations become important reasons, for which nursery management plans are developed to obtain high quality seedlings with root systems in optimal development. Currently the implementation of biologically active components (biostimulants) have provided increases in vegetative development, although few studies have addressed physiological aspects in cocoa. Radifarm nf® is a rooting promoter based on plant extracts based on amino acids, proteins, vitamins, saponins, microelements, polysaccharides and betaines that optimize the penetration and translocation of water and nutrients in the plant. For this reason, the components were evaluated biologically active (Radifarm nf®) in the development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.). Where a completely randomized design (DCA) was established, in which seven treatments were contemplated with ten repetitions for each one, the experimental unit corresponds to nursery stage seedlings of the IMC-67 clone; for this there was a control (without treatment), five doses (2, 2.5, 3, 3.5 and 4 cc L-1) and one conventional fertilization (50 g) explained in the following statistical model $Y_{ij} = U + t_i + \xi_{ij}$.. Applications were made every 15 days evaluating allometric variables indicating the development of the plant (height, diameter of stem, number of leaves and radical biomass) under the different treatments, for this the data were analyzed using descriptive statistical methods such as: media, standard deviation and coefficient of variation; in the experimental design a Duncan test was implemented ($\alpha = 0.05$), for the variable height of the plant the treatments with the highest mean are T3, T6 followed by T2 with 24.08, 25 and 21.4 respectively, referring to diameter number of leaves and finally, the T6 treatment presented better behavior in the variables studied with respect to the others.

Keywords: nutrition, biostimulant, phytohormones

Introducción

En Colombia el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). para año 2017 reporta más de 170.106 hectáreas con una producción anual de 60.535 toneladas, (Fedecacao, 2017), estas áreas se encuentran distribuidas en diferentes regiones del país siendo los mayores productores los departamentos Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño y Tolima. Este cultivo se establece en cuatro zonas con características agroecológicas distintas. Aunque estas regiones cumplen con características aptas para su establecimiento, la mayoría de los agricultores se encuentran localizados en zonas con suelos poco desarrollados, con alto nivel de compactación y resistencia a la penetración, ocasionando problemas de volcamiento y mal desarrollo (anclaje y toma de nutrientes), estas limitante se convierten en razones de peso para utilizar plántulas de alta calidad, por las cual se elaboran planes de manejo in vitro para la obtención de plántulas de alta calidad con

sistemas radiculares en óptimos desarrollo (Fedecacao, 2013, 2015). En la actualidad se buscan estrategias que permitan implementar tecnología más eficiencia en los procesos de nutrición, a fin de inducir un rápido y vigoroso desarrollo de las plantas (Aguirre, Mendoza, Cadena & Avendaño, 2007). La implementación de sustancias con componentes biológicamente activos (Bioestimulantes) son tecnologías que favorecen el desarrollo fenológico de la planta, como lo son germinación acelerada y completa, eficiencia en los procesos de respiración, fotosíntesis y síntesis de proteínas y mejora el desarrollo y la multiplicación celular (Vicuña, Molina, Santana, 2017), Existen numerosos estudios con respecto a componentes activos como Betainas, Vitaminas, Microelementos, polisacáridos, saponinas, Aminoácidos y Proteínas, como es el caso de Pizano Fuentes, Cauch, & Cervantes, (2017) donde evaluaron niveles de aplicación de Raizin Biol en *Murraya paniculata* L. observando una mayor respuestas en peso seco y

longitud de raíz con 4,57 g y 41.75cm respectivamente al comparar superando al testigo, de igual forma se obtuvieron respuestas positivas en la germinación de la semillas y emisión de hojas de *M. paniculata*. al aplicar concentraciones de Liplant, Fitomas E, y ácido indolacético (AIA) (Baños, Alemán, Martínez, Ravelo, Surís, Miranda, & Rodríguez, 2009), en cuanto a rendimiento Hernandez, Hellin Fenoll, Garrido, Cava y Flores (2015) en cultivares de tomate en condiciones de alta temperatura, lograron aumentar significativamente el rendimiento de fruta por medio de la aplicación de ácido salicílico (SA), quitosano (CH) y o 2,4-epibrasinolida (BR) en dosis de 200 μM , 1 g L^{-1} y 30 μM respectivamente.

El producto empleado en este trabajo se caracterizó por ser orgánico provenientes de algas, en su composición cuenta con Betaínas, Vitaminas, Microelementos, polisacáridos, saponinas, Aminoácidos y Proteínas, sustancias que en la literatura le atribuyen actividades bioestimuladoras, especialmente para plátano y banano.

El presente trabajo tuvo como objeto conocer la respuesta del uso de las diferentes dosis del producto con respecto al tratamiento convencional en nutrición de vivero de cacao en variables de Altura, Diámetro del tallo, Número de Hojas, Longitud de la raíz y masa seca de raíz, en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico SENA- Apartadó.

Revisión bibliográfica

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una planta perenne tropical, nativa del sotobosque de los bosques húmedos de Suramérica. Es una planta leñosa de la familia Malvaceae (Alverson et al., 1999). El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, explotada comercialmente para la fabricación de chocolate, así como por su potencial en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Gutiérrez, Gómez, & Rodríguez, 2011).

Bioestimulantes

Los bioestimulantes son derivados de citoquininas, hormonas, enzimas, vitaminas, aminoácidos y

micronutrientes que ayudan a controlar a las plantas el crecimiento de nutrientes a través del tallo y hojas, aumentando la función de las enzimas existentes en las plantas. (Alcocer, 2003).

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, y al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos. (Mariasg, 2013).

Radifarm®

Es un bioestimulante específico desarrollado para aplicaciones durante la fase de trasplante y / o en las primeras etapas de desarrollo de diversos cultivos. El producto nutre a la planta, promoviendo la formación de un abundante y avanzado sistema radicular, extendiendo las raíces existentes y promoviendo la aparición de nuevas raíces funcionales y adsorbentes, en las primeras etapas de desarrollo de diferentes cultivos o postsiembr, además de nutrir a las plantas en las fases iniciales, favorece la formación del sistema radicular (Valagro, 2016).

RADIFARM[®] gracias a la innovadora tecnología GEA932, asegura el prendimiento óptimo de plántulas y una rápida recuperación de la tensión del trasplante, incluso en condiciones de temperatura y humedad desfavorables (Valagro, 2016), por medio de sus componentes como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de radifarm

Componentes	Cantidad
Nitrógeno Total (N)	44,4 g/L
Nitrógeno Amoniacal(N)	2,55 g/L
Nitrógeno orgánico (N)	14,30 g/L
Nitrógeno ureico (N)	27,50 g/L
Potasio soluble en agua (K ₂ O)	110,0 g/L
Carbono (C) Orgánico	110,0 g/L
OXIDABLE TOTAL	
Zinc (ZN) soluble en agua como quelato EDTA	1,32 g/L
PH en solución al 10%	6,15
Densidad al 20°C	1,21 g/cc
Conductividad eléctrica (1:200)	0,23 ds/m
Salmonella sp	-Ausente en 25 ml



Componentes	Cantidad
Entero bacterias totales	Menos de 10 UFC/ml
Aminoácidos y Proteínas	Traza
Betaínas	Traza
B-Vitaminas	Traza
Microelementos	Traza
Polisacaridos	Traza
Saponinas	Traza

Aminoácidos y Proteínas

Los aminoácidos cumplen un determinado objetivo con las plantas. Ya sea superar un estrés al que está sometido a la planta, estimular el enraizamiento, la producción o una enfermedad. Son moléculas orgánicas. Hoy en día, la tendencia de la agricultura es acercarse a la agricultura ecológica o, por lo menos, a la menos invasiva e intensiva. Esto da pie a sacar al mercado una amplísima variedad de productos y extractos naturales, que ejercen ciertas propiedades positivas sobre los cultivos y no provocan efectos secundarios negativos (Enríquez, & Fernanda, 2017). También menciona que aumenta la absorción de nutrientes. Una planta que tiene libre disposición de aminoácidos podrá absorber micro elementos de baja movilidad con más facilidad. Se conoce como acción quelante y está favorecido por L-ácido glutámico y L-glicina. Favorece la producción de fitohormonas, son los aminoácidos los que permiten que la planta pueda desarrollar en un determinado momento sus hormonas vegetales. Estas podrían ser el etileno, las auxinas, las hormonas que intervienen en la floración (Enríquez, & Fernanda, 2017).

Betaínas

Las betainas son sustancias que regulan procesos como la apertura de estomas, y el incremento en la tasa de fijación de oxígeno mediante fotorrespiración para mantener la proporción necesaria de ATP/NADPH en el ciclo de reducción del carbono fotosintético (Yokota, Takahara, y Akashi, 2006). El ajuste osmótico permite que los tejidos vegetales mantengan un gradiente de potencial hídrico que favorece el flujo del agua en la planta, mejora la turgencia de los tejidos y puede permitir que haya expansión celular y crecimiento; también favorece la apertura de estomas y la

fotosíntesis (Harris, Esqueda, Valenzuela y Castellanos, 2009).

B-Vitaminas

las B-vitaminas son compuestos orgánicos que, en concentraciones bajas, tienen funciones catalizadoras y reguladoras en metabolismo de la célula. Debe anotarse que, a diferencia de los animales, las plantas tienen la habilidad de sintetizar vitaminas (Saborío, 2002).

Las vitaminas no son esenciales para el crecimiento de las plantas, estas las usan para mejorar sus funciones metabólicas. (Bouchel, 2016) Además, las funciones de las vitaminas del grupo B en las plantas, Vitamina B1, B2 y B6 actúan como antioxidante que ayuda a proteger a las plantas de diferentes factores estresantes ambientales como la salinidad (Sayed SA, 2002). Puede mejorar la resistencia de las plantas contra infecciones bacteriales, virales y micóticas (Zhang, Jin, Ouyang, Li, Liu, Huang, Li, 2015).

Polisacáridos

Es un bioactivador fisiológico de origen natural, diseñado para la regulación del equilibrio hormonal endógeno de las plantas, necesario para optimizar y restablecer los procesos de crecimiento, floración, cuajado de frutos, desarrollo de frutos u otros órganos cosechables.

Recupera el equilibrio hormonal de las plantas de forma natural, para lograr la máxima expresión del potencial genético de rendimiento afectado por el estrés, actúan como señalizadores, que intervienen en forma conjunta con los sustratos en la formación de hormonas internas de la planta, indispensables para los procesos de crecimiento, desarrollo, reproducción y maduración de los cultivos (Abad, 2017)

Saponinas

Las saponinas son glucósidos de superficie activos de origen natural. Son producidos principalmente por plantas, pero también por animales marinos inferiores y algunas bacterias (Elekofehinti, 2015).

Las saponinas consisten en un resto de azúcar que generalmente contiene glucosa, galactosa, ácido glucurónico, xilosa, ramnosa o metilpentosa, unidas glicosidicamente a una aglicona hidrofóbica (sapogenina) que puede ser de naturaleza triterpenoide o esteroide (Francis, Kerem, Makkar, y Becker, 2002).

Las propiedades antifúngicas de las saponinas generalmente se atribuyen a la capacidad de estas moléculas para formar complejos con esteroides en las membranas fúngicas, causando la formación de poros y la pérdida de la integridad de la membrana (Osborn, 2003) y también para la actividad antifúngica efectiva

Materiales y método

El experimento se realizó en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico de Urabá, ubicado en el municipio de Apartadó Antioquia, a 7° 52' de latitud norte y 76° 37' latitud oeste, a 25 m.s.n.m. La zona de vida se denomina bosque húmedo tropical (Bh-T), según la clasificación de Holdrige (1967), con precipitación anual de 3500 mm, temperatura media de 28°C, humedad relativa de 90% y brillo solar anual de 2108,2 horas (Vallejo, Londoño, Camacho, Galeano, Álvarez, Devia, 2005).

Se utilizaron semillas de cacao previamente germinadas con una radícula de aproximadamente 1cm de longitud, las semillas fueron extraídas del tercio medio de la mazorca del clon Universal IMC-67 de cacao (*Theobroma cacao* L.), colectados en la finca “El porvenir”, ubicada en el municipio de Chigorodó, Antioquia. Estas semillas fueron tratadas con 6 concentraciones diferentes del bioestimulador (Radifarm nf®), con un tratamiento convencional aplicados en los viveros más el control correspondiente, Tabla 2

Tabla 2. Descripción de los tratamientos a implementar

Dónde: ⁽¹⁾ Tratamientos (concentración); ⁽²⁾ Unidad
⁽³⁾ Dosis (CC/planta); ⁽⁴⁾ Intervalos

Nº	TT ⁽¹⁾	Unid ⁽²⁾	D ⁽³⁾	I ⁽⁴⁾
T1	Testigo	NA	NA	
T2	2			
T3	2.5			
T4	3	cc/1L	100	8 días
T5	3.5			
T6	4			
T7	50	G	NA	

Las semillas fueron sembradas en bolsas 8 x 12” y 0.2 mm de espesor, utilizando como sustrato tierra y arena en una relación 1:1, el ensayo se encontraba dentro de una casa de cultivo con una cubierta de poli sombra 70 % de color negro. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con 70 semillas, cada tratamiento estaba formado por 10 semillas a las cuales se le realizaba las mediciones alométricas (Altura, Diámetro del tallo, Número de Hojas, Longitud de la raíz y masa seca de raíz), con respecto a la longitud de la raíz las mediciones se realizaban cada 15 días con un muestreo destructivo de tres plantas por tratamiento, la frecuencia de riego era 24 horas con 4 min , con el fin de garantizar una humedad alta y constante tanto en el ambiente como en el sustrato.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron cada ocho (8) días. Los datos obtenidos fueron procesados mediante Análisis Factorial, utilizando el programa estadístico IBM® SPSS Statistics® Versión 7.5, para cada una de las variables independientes; en este caso se realizó un análisis de varianza y en los casos que existieron diferencias significativas se compararon las medias obtenidas según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con alfa <0.05.

Resultados

En la tabla 3. Se muestran los promedios para las variables altura, diámetro y número de hojas de los tratamientos evaluados.

Tabla 3. Promedio de altura, diámetro y número de hojas por tratamiento

Intervalos de días		1°	2°	3°	4°	5°
T1	Altura (cm)	9,79	14,00	14,54	15,79	16,19
	Diám. (cm)	0,35	0,36	0,43	0,44	0,45
	N° Hojas	3,90	5,00	6,60	7,05	8,00
T2	Altura (cm)	11,79	16,34	16,61	17,21	17,67
	Diám. (cm)	0,37	0,39	0,44	0,48	0,47
	N° Hojas	4,10	4,50	5,80	7,20	7,56
T3	Altura (cm)	12,22	16,91	16,73	18,33	19,56
	Diám. (cm)	0,39	0,40	0,43	0,45	0,46
	N° Hojas	4,00	4,80	6,40	7,80	8,56
T4	Altura (cm)	11,34	15,38	15,97	16,70	19,56
	Diam. (cm)	0,36	0,38	0,43	0,46	0,46
	N° Hojas	4,20	5,00	6,00	7,70	8,22
T5	Altura (cm)	11,35	15,18	15,90	16,68	16,86
	Diám. (cm)	0,36	0,41	0,41	0,44	0,45
	N° Hojas	4,00	5,10	5,90	7,30	8,11
T6	Altura (cm)	13,45	17,80	17,67	19,15	19,54
	Diam. (cm)	0,38	0,39	0,42	0,47	0,48
	N° Hojas	3,70	5,20	6,90	8,10	8,67
T7	Altura (cm)	6,43	14,03	14,34	15,53	16,48
	Diam. (cm)	0,36	0,39	0,39	0,45	0,47
	N° Hojas	1,33	4,33	5,11	6,55	8,13
Intervalos de días		6°	7°	8°	9°	10°
T1	Altura (cm)	17,20	17,41	18,15	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,46	0,48	0,49	N/A	N/A

T2	N° Hojas	8,33	9,33	9,88	N/A	N/A
	Altura (cm)	19,07	19,86	18,15	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,49	0,51	0,54	N/A	N/A
	N° Hojas	8,56	9,11	10,13	N/A	N/A
T3	Altura (cm)	20,80	19,86	21,44	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,46	0,56	0,54	N/A	N/A
	N° Hojas	9,33	9,77	10,63	N/A	N/A
	Altura (cm)	17,32	19,76	25,00	N/A	N/A
T4	Diam. (cm)	0,46	0,53	0,51	N/A	N/A
	N° Hojas	8,89	10,44	11,13	N/A	N/A
	Altura (cm)	4,94	18,28	20,69	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,49	0,54	0,52	N/A	N/A
T5	N° Hojas	8,78	9,11	10,25	N/A	N/A
	Altura (cm)	20,88	21,87	24,09	N/A	N/A
	Diam. (cm)	0,52	0,55	0,56	N/A	N/A
	N° Hojas	9,56	10,88	10,88	N/A	N/A
T6	Altura (cm)	17,26	17,78	19,40	N/A	N/A
	Diám. (cm)	0,48	0,55	0,53	N/A	N/A
	N° Hojas	8,38	9,38	10,00	N/A	N/A
	N° Hojas					

Diam.= Diámetro ;T =Tratamiento., N°Hojas= Numero de Hojas

Tabla 4. ANOVA de las Variables Dependientes

Pruebas de los efectos inter-sujetos						
Origen	Variable depend	Σ cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Altura	32421,714 ^a	6	5403,619	5,5	0
	Diame	2,356 ^b	6	0,393	1,43	0,222
	N° Hoja	10,679 ^c	6	1,78	0,542	0,774
	LongRaiz	554,795 ^d	6	92,466	1,577	0,174
	MS	48,599 ^e	6	8,1	0,649	0,691
Intersección	Altura	2494442,16	1	2494442,2	2538,945	0
	Diametr	1558,687	1	1558,687	5677,057	0
	NHoja	6069,446	1	6069,446	1848,658	0
	LongRaiz	57319,683	1	57319,683	977,822	0
	MS	23152,13	1	23152,13	1855,028	0
Tratamiento	Altura	32421,714	6	5403,619	5,5	0
	Diametr	2,356	6	0,393	1,43	0,222
	NHoja	10,679	6	1,78	0,542	0,774
	LongRaiz	554,795	6	92,466	1,577	0,174
	MS	48,599	6	8,1	0,649	0,691
Error	Altura	48141,125	49	982,472		
	Diametr	13,453	49	0,275		
	NHoja	160,875	49	3,283		
	LongRaiz	2872,367	49	58,62		
	MS	611,557	49	12,481		
Total	Altura	2575005	56			
	Diametr	1574,496	56			
	NHoja	6241	56			
	LongRaiz	60746,844	56			
	MS	23812,285	56			
Total corregida	Altura	80562,839	55			
	Diametr	15,809	55			
	NHoja	171,554	55			
	LongRaiz	3427,162	55			
	MS	660,155	55			

Variable depen= Variable dependiente; Altura= altura de la plántula (cm); Diametr= diámetro de la plántula (cm); N° Hoja= número de Hojas; LongRaiz= longitud de la raíz (cm); MS= Porcentaje de materia seca.

Al observar los niveles de significancia de los tratamientos en la tabla 4 se presentan valores por encima de $\alpha=0.05$ para Diame, N° Hoja, LongRaiz y MS indicando que las medias son iguales, a diferencia de la variable altura donde se corrobora una ventaja estadística para algunos de los tratamientos.

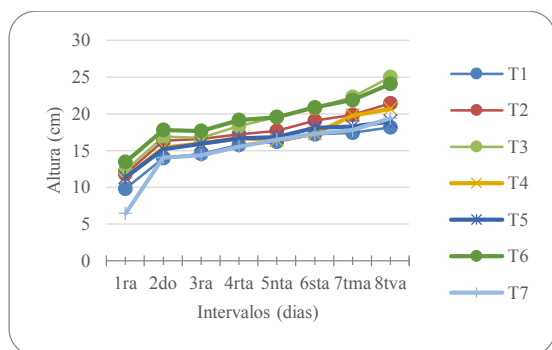
Para la variable altura de la plántula se realizó una comparación de media por DUNCAN, con un $\alpha=0,05$

Tabla 5. Comparación de media DUNCAN, Variable altura (mm)

Altura (mm)		
T	N	Media
1	8	18,15 ^a
5	8	18,975 ^a
7	8	19,4 ^a
4	8	20,688 ^a
2	8	21,438 ^{ab}
6	8	24,088 ^{bc}
3	8	25,0 ^c
Sig.		0,066

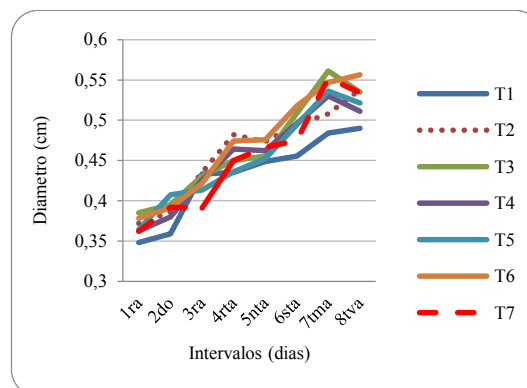
T =Tratamiento

De la tabla 5, se logra observar que los tratamientos se agrupan en 3 Subconjuntos (a,b y c) de los cuales el subconjunto c conformado por el tratamiento T3 y T6 presentan los valores más altos en altura, en el subconjunto a se encuentra la mayor cantidad de tratamientos denotando que el tratamiento con la mayor respuesta dentro de este es el T2 seguido de T4, T7, T5 y el de menor respuesta es el T1 (testigo sin fuente), en el subconjunto b se observa una intercepción de tratamientos el T2 que se encuentra en el subconjunto a y b, y T6, el cual se encuentra en los subconjunto b y c, indicando que el efecto del T2 y T6 no presentan diferencia significativa entre ellos, Por lo cual una dosis baja del bioestimulante tiene efectos estadísticamente similar a una dosis alta sobre las plántulas, en la gráfica 1 de esta variable se detalla el comportamiento de las plántulas de cada tratamiento .



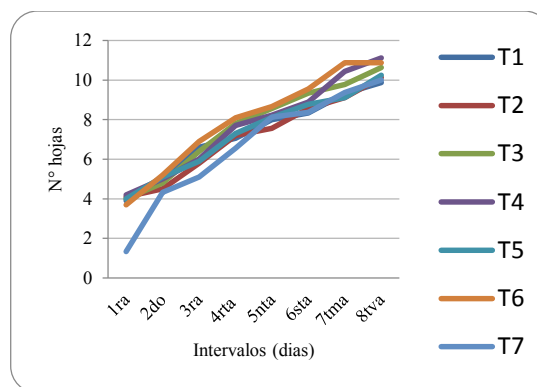
Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición; lagGráfica. **Gráfica 1.** Comportamiento de la Altura (cm) de las plántulas con respecto al tiempo transcurrido

1 y la validación estadística describen el mismo comportamiento para la variable altura da las plántulas, en donde el T3 y T6 muestran la mejor respuesta seguido del T2. Con respecto al diámetro del tallo no se encontró diferencia significativa, pero el comportamiento se mantiene al analizar la gráfica número 2. En donde los tratamientos T6 y T2 se mantienen con los valores más altos

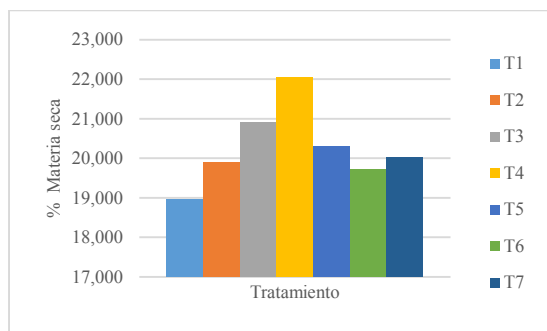


Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición. **Gráfica 2.** Comportamiento del Diámetro (cm) de las plántulas con respecto al Tiempo transcurrido

En la gráfica número 3. Se logra detallar el tratamiento T6 con la respuesta más alta, aunque estadísticamente no se observe una diferencia significativa entre los tratamientos.



Dónde: 1ra= Primera medición; 2do= segunda medición; 3ra= tercera medición; 4ta= cuarta medición; 5ta= quinta medición; 6ta= sexta medición; 7ma= séptima medición; 8va= octava medición; **Gráfica 3.** Emisión foliar de las plántulas con respecto al tiempo transcurrido



Gráfica 4. Contenido de materia seca por tratamiento

En el gráfico 4 se puede observar el % de materia seca por tratamiento en donde la acumulación va aumentando por tratamiento T1, T2, T3 y T4, luego ocurre una caída de materia seca para los tratamientos T5 y T6, aunque el tratamiento de la fertilización convencional iguala a la dosis más baja del bioestimulante T2

Discusión

La aplicación de bioestimulantes tiene efectos positivos sobre la altura de las plántulas, aunque la dosis más alta del producto presenta la mayor respuesta con respecto al tratamiento convencional. Efectos similares encontraron, Ruisánchez, Y., Hernández, M., & Rodríguez, J. (2013). evaluando los bioestimulantes Dimabac y FitoMas E en el cultivo del tomate. Encontraron que a los 40 días después del trasplante y la aplicación de los bioestimulantes no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en cuanto a la longitud del tallo principal; sin embargo, a los 60 después del trasplante y la aplicación de bioestimulantes si hubo diferencias significativas entre ellos. Las plantas tratadas con bioestimulantes y el 50% de la fertilización nitrogenada y las tratadas con bioestimulantes y el 70% de la fertilización presentaron la mayor longitud del tallo principal en tomate.

Con respecto al diámetro se logra observar que el tratamiento con mejor respuesta es el T6 ya que posee la dosis más alta del bioestimulante superando a la aplicación convencional, cabe destacar que aunque los bioestimulantes pueden contener diferentes niveles de minerales, no pueden proporcionar todos los nutrientes necesarios para cubrir las cantidades requeridas por la planta (respectivamente) en comparación con el programa de fertilización convencional, los bioestimulantes proporcionan aminoácidos y pocos minerales, lo que dificulta la formación de estructura aunque la plántulas tengan la señales necesarias para su desarrollo, resultados muy parecidos a los encontrados por Polo, J., y Mata, P. (2018) donde

evaluaron un bioestimulante (Pepton) basado en proteína animal enzimáticamente hidrolizada en comparación con extractos de algas en el desarrollo de la raíz, crecimiento vegetativo, floración, en el cual encuentran que para que la respuesta sea positiva a una planta en comparación a una fertilización convencional después de un estrés es necesario acompañar el bioestimulantes con fuentes nutritivas.

Para la variable N° de hojas para el caso de cacao no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos a pesar de que existen reportes de incremento en la emisión del follaje, incrementando la respuesta a dosis más altas, reportado por Baños, H. y colaboradores (2009) sobre el Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L.

En cuanto a materia de la raíz el tratamiento más bajo del bioestimulante iguala al tratamiento convencional, aunque luego la respuesta de la variable decae estos resultados se explican a los requerimientos nutricionales para la formación de estructura, ya que la planta para formar estructuras se hace necesario la disponibilidad de nutrientes y no solo de componentes de señalización.

Hace falta discutir y concluir de manera general, el comportamiento de las plántulas de acuerdo a las aplicaciones de cada tratamiento.

Referencias:

- Abad Córdova, L. M. (2017). Influencia de bioactivadores fisiológicos en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) en el distrito de Morales, región San Martín.
- Aguirre-Medina, Juan F., Mendoza-López, Alexander, Cadena-Iñiguez, Jorge, & Avendaño-Arrazate, Carlos H.. (2007). Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L.) con *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg et döbereiner y *Glomus intraradices* Schenk et Smith. *Interciencia*, 32(8), 541-546. Recuperado en 04 de julio de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800010&lng=es&tlng=e s.



- Alcocer, C. (2003). Evaluación de cuatro bioestimuladores foliares como complemento a la fertilización en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Tabacundo Pichincha. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Baños, H. L., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Surís, M., Miranda, I., & Rodríguez, H. (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Cultivos Tropicales*, 30(1), 00-00.
- Baños, H. L., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Surís, M., Miranda, I., & Rodríguez, H. (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Cultivos Tropicales*, 30(1), 00-00.
- El Tiempo. (2016). Pequeños cacaoteros, a elevar su productividad. Periódico El Tiempo. Pp. 1-2. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16633136>.
- Elekofehinti, O. O. (2015). Saponins: Anti-diabetic principles from medicinal plants—A review. *Pathophysiology*, 22(2), 95-103.
- Enríquez, P., & Fernanda, M. (2017). Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.), a dos distanciamientos de siembra con la aplicación de tres bioestimulantes foliares (Bachelor's thesis, El Ángel: 2017).
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2014). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. CATIE. Pp. 12-13. Recuperado de: <https://www.catie.ac.cr/blog/guia-tecnica-del-cultivo-del-cacao-manejado-con-tecnicas-agroecologicas/>
- FEDECACAO (2017). Colombia alcanzó nuevo récord en producción de cacao. Colombia cacaotera. FEDECACAO. Recuperado de: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/551-en-2017-colombia-alcanzo-nuevo-record-en-produccion-de-cacao>
- Fedecacao. (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Fondo Nacional del Cacao. Pp. 26. Recuperado de: https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf
- Fedecacao. (2015). Guía técnica para el cultivo del cacao. Sexta edición. SGR. Bogotá DC. Colombia. pp. 18-20
- Fedecacao. (2016). Producción de cacao en Colombia creció 3,6 % en 2016. Economía. Portafolio. Pp 1-2. <http://www.portafolio.co/economia/produccion-de-cacao-en-colombia-2016-503220>
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, HP, y Becker, K. (2002). La acción biológica de las saponinas en los sistemas animales: una revisión. *Diario británico de la nutrición*, 88 (6), 587-605.
- Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41.
- Harris-Valle, C., Esqueda, M., Valenzuela-Soto, E. M., & Castellanos, A. E. (2009). Tolerancia al estrés hídrico en la interacción planta-hongo micorrízico arbuscular: metabolismo energético y fisiología. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(4), 265-271.
- Hernández, V., Hellín, P., Fenoll, J., Garrido, I., Cava, J., y Flores, P. (2015). Aumentando el rendimiento y la calidad del tomate cultivado en condiciones de alta temperatura mediante el uso de elicitors. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 184.
- Mariasg, 2013. El blog de Agroterra, Bioestimulantes, uso y composición. Disponible en: <http://www.agroterra.com/blog/descub>



- rir/bioestimulantesuso-y-composicion/77229/
- Osborn, AE (2003). Saponinas en cereales. *Fitoquímica*, 62(1), 1-4. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/bdigenal.sena.edu.co/science/article/pii/S003194220200393X>
- Pérez, E. (2016). Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.), usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria". Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" División de Ciencia Animal Departamento de Nutrición y Alimentos. Pp. 2. Recuperado de: <http://repositorio.uaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/347/59020s.pdf?sequence=1>
- Pizano Noria, S., Fuentes, G., Cauich, T., & Cervantes, L. (2017). Uso de Dos Enraizadores Orgánicos y Tres Convencionales en el Desarrollo del Chile Pimiento Morrón cv. "Evolution" en Invernadero.
- Polo, J., y Mata, P. (2018). Evaluación de un bioestimulante (Pepton) basado en proteína animal enzimáticamente hidrolizada en comparación con extractos de algas en el desarrollo de la raíz, crecimiento vegetativo, floración y rendimiento de tomates cherry dorados cultivados en condiciones ambientales de bajo estrés. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2261.
- Rodas, L. (2017). El cacao, Cultivo incluyente. Colombia cacaotera. FEDECACAO. Pp. 2. Recuperado de: <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/>
- Ruisánchez, Y., Hernández, M., & Rodríguez, J. (2013). Evaluación de los bioproductos Dimabac y FitoMas E en el cultivo del tomate. *Temas Agrarios*, 18(1), 49-56.
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. Dado que el acceso y el flujo de la información sobre investigaciones recientes en el área agrícola es restringida o de alto costo, el laboratorio periódicamente realiza seminarios, cursos de capacitación y talleres, que sean de acceso a estudiantes, productores, profesionales y público general, para actualizarlos en temas de interés mutuo y difundir información específica y de interés para el sector agrícola., 107. Recuperado de: http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110.
- Sayed SA, G. M. (2002). Effects of shoot and root application of thiamin on salt-stressed sunflower plants. En *Plant Growth Regul* (págs. 71-80)
- Torres, A. M., Adarve, J. B., Cárdenas, M., Vargas, J. A., Londoño, V., Rivera, K., ... & González, Á. M. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2).
- VALAGRO, (2016), Ensayos experimentales, efecto sobre la fisiología de la raíz de tomate utilizando el enfoque fenómico, Ensayo realizado en tomate cv. "Ikram", Cagliari, 1 66041 Atessa (CH) - Italia
- Vicuña, N., Molina, V., Santana, D., (2017), Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos enraizadores en el cultivo de pimiento, *Revista Agro UTB* ISSN en trámite, Año 1, Noviembre, Número 1, páginas 40-48, 2017.
- Yokota A, K Takahara, K Akashi (2006) Water stress. In: *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. K V M Rao, A S Raghavendra, K J Reddy (eds). Springer. Dordrecht, Holland. pp:15-39.
- Zamora, A. (2006). Evaluación de la fertilización para aplicación al suelo. Informa – ensayo de investigación Radifarm. Valagro Andina LTDA. Bogotá D.C. pp. 20.
- Zhang, Y., Jin, X., Ouyang, Z., Li, X., Liu, B., Huang, L., . . . Li, D. (2015). Vitamin B6 contributes to disease resistance against *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 and *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*.

Análisis de las dificultades de aprendizaje en las matemáticas en la población estudiantil

Analysis of learning difficulties in mathematics in the student population

Carlos Alberto Zapata Jiménez^{1*} Lizeth Lorena Muñoz Villarreal²

Resumen

Este artículo pretende hacer un bosquejo de lo que son las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM), y sus causas. Analizar todo el marco teórico que rodea la explicación de las DAM, de manera que se tengan los elementos suficientes que ayuden a la población estudiantil y profesoral en Urabá, a entender porque la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en nuestro medio, está rodeada de dificultades, mitos y todo tipo de problemas; además de encontrarse percepciones en el estudiante como: ansiedad, intranquilidad, frustración, aversión, actitudes negativas hacia la escuela, etc. El propósito de este artículo es de hacer referencia a algunos tipos de dificultades de aprendizaje de las matemáticas que pueden estar presentando en los diferentes centros educativos de la zona de Urabá. La sigla (DAM), hace referencia a aquellos alumnos que contando con una inteligencia normal, muestran bajo rendimiento en las actividades escolares de matemáticas; además de abordar aquellas temáticas importantes que están involucradas en su explicación como son: la evolución del concepto de dificultades de aprendizaje de las matemáticas, criterios para la delimitación de las DAM, las dificultades de aprendizaje de las matemáticas, su relación con otras dificultades de aprendizaje, y sus diferentes perspectivas.

Palabras claves: Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM), discalculia, acalculia, trastorno estructural, agnosia digital.

Summary

This article intends to make an outline of what are the difficulties in learning mathematics (MAD), and its causes. Analyze all the theoretical framework surrounding the explanation of the MAD, so that there are enough elements to help the student population and teachers in Urabá, to understand why the teaching and learning of mathematics in our environment, is surrounded by difficulties, myths and all kinds of problems; In addition to finding perceptions in the student such as: anxiety, restlessness, frustration, aversion, negative attitudes toward school, etc. The purpose of this article is to refer to some types of learning difficulties in mathematics that may be presented in different schools in the Urabá area. The acronym (DAM), refers to those students who have a normal intelligence, show low performance in school math activities; besides addressing those important issues that are involved in its explanation such as: the evolution of the concept of learning difficulties of mathematics, criteria for the delimitation of the MAD, the learning difficulties of mathematics, its relationship with other learning difficulties, and its different perspectives.

Key words: Difficulties in the learning of mathematics (DAM), dyscalculia, acalculia, structural disorder, digital agnosia

¹ Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Red Agrícola. Semillero de Investigación SIAGROTEC. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05785. E-mail: profecarloszapata@gmail.com.

² Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. llmunozv@sena.edu.co

*Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: llmunozv@sena.edu.co

Introducción

El objetivo de la enseñanza de las matemáticas no es sólo que los niños aprendan las tradicionales cuatro reglas aritméticas, las unidades de medida y unas nociones geométricas, sino su principal finalidad es que puedan resolver problemas y aplicar los conceptos y habilidades matemáticas para desenvolverse en la vida cotidiana; situación que es importante en el caso de los niños, jóvenes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM). Para comprender la naturaleza de las dificultades es necesario conocer cuáles son los conceptos y habilidades matemáticas básicas, cómo se adquieren y qué procesos cognitivos subyacen a la ejecución matemática

Evolución del concepto de dificultades de aprendizaje de las matemáticas.

El término dificultades de aprendizaje en las matemáticas (DAM) es un término en el que destacan connotaciones de tipo pedagógico en un intento de alejar de su referente, matices neurológicos.

(Gerstmann, 1924), sugirió que la acalculia estaba determinada por un daño neurológico en la región parieto-occipital izquierda, señalando además que era el síndrome Gerstmann, junto con la agnosia digital, la ausencia de diferenciación entre derecha-izquierda y la disgrafia. Distinguió entre acalculia primaria y acalculia secundaria. La primaria la definió como un trastorno puro del cálculo sin afectación alguna del lenguaje o razonamiento mientras que la secundaria llevaba asociadas otras alteraciones verbales, espacio-temporales o de razonamiento.

El término discalculia definido por (Kosc, 1974) se refiere a un trastorno estructural de habilidades matemáticas que se ha originado por un trastorno genético o congénito de aquellas partes del cerebro que constituyen el substrato anatómico-fisiológico directo de la maduración de las habilidades matemáticas adecuadas para la edad, sin una afectación simultánea de las funciones mentales generales.

Los defensores de la perspectiva neurológica recomiendan que la evaluación del niño con dificultades en la adquisición de conocimientos propios del dominio matemático sea llevada a cabo por un equipo multidisciplinar entre cuyos miembros ocupe un lugar importante el neurólogo. Considerar que la principal causa de las dificultades de

aprendizaje en matemáticas sean las perturbaciones neurológicas es para algunos autores una cuestión polémica. (Coles, Means, 1986) propone una teoría interactiva en la que defiende que las DA (dificultad de aprendizaje) tienen una base experiencial. Su teoría subraya la importancia de los factores actitudinales y motivacionales, destacando que en ocasiones una ligera DA, acaba afectando al auto concepto, la autoestima, las atribuciones motivacionales, el interés por la tarea, lo que repercutirá en una disminución de la competencia del sujeto y en un aumento significativo de su dificultad en esa materia.

Desde el enfoque psicopedagógico se asume que, en el diagnóstico de una DAM, hay que tener en cuenta criterios tales como: poseer un nivel medio de inteligencia, mostrar un rendimiento académico en tareas matemáticas significativamente inferior al esperado según la edad y sobre todo por debajo del nivel de funcionamiento intelectual del estudiante; y que las desventajas mostradas en el aprendizaje no sean debidas a discapacidades motoras, perceptivas o trastornos generalizados del desarrollo.

Criterios para la delimitación de las DAM.

(Kirk, 1963) acuñó por primera vez el término de “Dificultades de Aprendizaje”. El concepto ha ido evolucionando en un intento por establecer criterios que operativamente permitan discernir con claridad a qué hace referencia. Se destacan los criterios de discrepancia, que hacen referencia a la disparidad entre el rendimiento académico real y el esperado y también se detiene en analizar los desniveles mostrados por el niño en el desarrollo de las funciones psicológicas lingüísticas. Acá nos detenemos a formular la primera pregunta que puede ser pertinente para la zona de Urabá: ¿Será que, en la zona de Urabá, las dificultades de aprendizaje hacen referencia mayormente a problemas como:

- Criterios de exclusión: de las dificultades de aprendizaje deben ser excluidos aquellos problemas para el aprendizaje debidos a deficiencias visuales o auditivas, problemas emocionales o retraso mental. También deben ser excluidos aquellos niños que no han tenido oportunidades para aprender puesto que podrían hacerlo normalmente si se les diera oportunidad.
- Criterio de atención especializada: se trata de niños que no pueden beneficiarse de la instrucción convencional pero tampoco están indicadas para ellos las aulas de educación especial.



Así, podríamos definir discalculias como aquellas dificultades específicas del aprendizaje del cálculo (DAC) que muestran estudiantes de inteligencia normal que acuden con regularidad a la escuela. Los fracasos en el aprendizaje de las matemáticas pueden deberse a la utilización errónea de los números, al desconocimiento de los algoritmos necesarios para llevar a cabo una operación aritmética.

Las DAM pueden ser entendidas como una entidad clínica, donde las dificultades para el cálculo serían una consecuencia de esa afectación; o como un trastorno específico del cálculo. Pero en general se entiende como un trastorno parcial de la capacidad para manejar símbolos aritméticos y hacer cálculos matemáticos.

La aplicación de estos criterios lleva a cometer errores al identificar a estudiantes DAM. Uno es asumir que las escuelas proporcionan una instrucción adecuada. En segundo lugar, el sistema de selección sobre las bases del rendimiento es excesivamente amplio. Por último, no debemos olvidar que en una dificultad de aprendizaje hay que considerar aspectos relativos a su duración, tipo y grado de gravedad.

Las dificultades de aprendizaje de las matemáticas y su relación con otras dificultades de aprendizaje.

Uno de los principales tópicos de investigación en el campo de las dificultades de aprendizaje ha sido la búsqueda de patrones diferenciales o subgrupos. Las habilidades cognitivas complejas tales como calcular, el lenguaje, la lectura, suponen una actividad integrada de muchos sistemas cerebrales lo que explicaría que se vea afectada más de una función.

Algunos investigadores han realizado numerosos intentos por subdividir a los niños con dificultades de aprendizaje en grupos homogéneos. En el trabajo pionero de (Johnson y Myklebust, 1967) se identificaron los subtipos clásicos de verbal y no verbal. Posteriormente (Siegel, 1994) y (Coles, 1986) han extendido y refinado la conceptualización inicial de Johnson y Myklebust proponiendo un esquema de clasificación de los niños con DA en tres tipos:

- Dificultades en lectura (DAL): dificultad para reconocer palabras, leer sílabas, asociar sonidos con letras y procesar y producir lenguaje, déficits en memoria en tareas que implican lenguaje y números.
- Dificultades en aritmética y trabajo escrito (DAM): bajas puntuaciones en test de escritura y

aritmética, problemas de memoria a corto plazo, dificultades en la coordinación otomano, dificultades en el trabajo escrito y aprendizaje de horarios.

- Trastorno por déficit atencional (TDA): atención y concentración, impulsividad, dificultades frecuentes con sus compañeros y conducta social inmadura.

Si atendemos al rendimiento escolar, los niños con DAM obtienen peores resultados que los niños con DAL en material no verbal y en medidas de procesamiento viso-perceptivo. (Shafir y Siegel 1994), al comparar los tres subgrupos entre sí y con un grupo de rendimiento normal obtuvieron los siguientes resultados: Cada uno de los grupos difería significativamente de los demás en test de lectura, memoria y otras medidas cognitivas. Tanto los niños con DAM como los DAML mostraban déficit en el procesamiento fonológico, vocabulario y memoria a corto plazo.

Los niños con DAM y el grupo normal actuaban de forma similar en lectura de sílabas sin sentido y procesamiento fonológico, pero los niños con DAM obtenían peores resultados en lectura de palabras y vocabulario:

En muchas tareas los niños con DAML obtuvieron peores puntuaciones que los restantes grupos. Los niños con DAM y los niños con DAML obtuvieron peores puntuaciones que los niños con DAL y los normales en una tarea viso espacial.

Perspectivas de estudio.

Surgen varias, entre ellas:

- Perspectiva neurológica: El enfoque neurológico sostiene que a la base de las dificultades en las matemáticas existe un déficit o disfunción más o menos contable a nivel neurológico. En los primeros trabajos en torno al tema se hablaba de “discalculia” en una derivación de “acalculia” o ceguera para los números.

(Lewanolowsky y Stadelmann, 1908), propusieron en su primer trabajo que la región occipital izquierda como el “centro de las facultades aritméticas”. Estos fueron seguidos por Berger quien, en 1926, distinguió entre acalculia primaria y acalculia secundaria. Hecaen, Angelerques y Houillier

(Hecaen, H., Angelerques, T., & Houillier, S., 1961), propusieron una organización tripartita basada en mecanismos neuropsicológicos subyacentes a cada tipo:

Tipo 1. Acalculia resultante de alexia y agrafia para los números en la que el paciente es incapaz de escribir o leer el número necesario para realizar el cálculo.

Tipo 2. Acalculia de tipo espacial: asociada con organización espacial dañada de números tales como incorrectas alineaciones de los dígitos.

Tipo 3. Anaritmética: consiste en una incapacidad para llevar a cabo procedimientos aritméticos a pesar de tener intactas las habilidades viso-espaciales y las capacidades para leer y escribir números.

Unos de los pioneros de esta perspectiva fueron (Cohen, 1961, 1971) quien propuso que las DAM formaban parte de una disfunción lingüística más general producida por una falta de coordinación de diversos sistemas neurológicos complejos. (Luria, 1977) demostró la existencia de dificultades para manejar símbolos numéricos asociadas a lesiones en determinadas áreas cerebrales. (Kosc, 1974) desarrolló una clasificación que integraba seis subtipos de discalculia, que podrían ocurrir de forma aislada o en combinación:

- Discalculia verbal: dificultades en nombrar las cantidades matemáticas, los números, los términos, los símbolos y las relaciones.
- Discalculia practognóstica: dificultades para enumerar, comparar, manipular objetos matemáticamente.
- Discalculia léxica: dificultades en la lectura de símbolos matemáticos.
- Discalculia gráfica: dificultades en la escritura de símbolos matemáticos.
- Discalculia ideognóstica: dificultades en hacer operaciones mentales y en la comprensión de conceptos matemáticos.
- Discalculia operacional: dificultades en la ejecución de operaciones y cálculos numéricos.

Uno de los aspectos más investigados desde esta perspectiva es el de la lateralización cerebral de los trastornos en las matemáticas.

Otros autores han argumentado que la discalculia se asocia a déficit en el funcionamiento viso-espacial regulado por los lóbulos parietales. Como resumen de esta línea de trabajo y de su proyección de futuro podríamos señalar que:

- Las dificultades de aprendizaje son la manifestación de déficit básico de tipo neuropsicológico.
- Los subtipos de dificultades de aprendizaje pueden conducirnos a las dificultades en el funcionamiento académico y psicosocial.

La perspectiva neurológica sobre los DAM ha recibido una serie de críticas que se focalizan en:

- No se fundamenta en una teoría sólida sobre la competencia matemática, por lo que se utilizan tareas inadecuadas en la evaluación.

Los estudios de esta línea suelen carecer de controles experimentales y no poseen el rigor metodológico suficiente para poder establecer conclusiones serias. Se muestra poco fructífera porque no aporta información relativa a la cantidad de procesos cognitivos defectuosos que constituyen causas inmediatas del bajo rendimiento.

Perspectiva del desarrollo

Las teorías del desarrollo más recientes defienden que éste tiene lugar en un contexto del que es insoluble en un intento por superar la influencia piagetiana que otorgaba un papel secundario a dicho contexto. En este sentido, la estimulación que recibe el niño en las primeras etapas de su vida puede ser decisiva de cara a evitar o favorecer el desarrollo de trastornos tales como la dificultad para el aprendizaje de las matemáticas. Una de las principales representantes de esta perspectiva es la teoría de (Karmiloff-Smith, 1992), que realiza una reformulación de la teoría de (Fodor, 1986) quien defiende que la mente posee una arquitectura con especificaciones innatas denominadas “módulos”. Estos módulos genéticamente especificados tienen propósitos y funcionamientos.

Es necesario desarrollar métodos sistemáticos de análisis y evaluación de la instrucción en el aula y



examinar en el contexto las posibles causas del bajo rendimiento del niño. Desde esta perspectiva se enfatiza el análisis de la comprensión individual del niño de los principales tópicos matemáticos intentando dar respuesta a una serie de cuestiones. Uno de los métodos utilizados desde esta perspectiva es el basado en el concepto de zona de desarrollo próximo de (Vygotsky ,1979); según el cual la cantidad de ayuda que el estudiante necesita es una estimación de su eficacia de aprendizaje en ese dominio. El evaluador continúa ayudando al estudiante hasta que es capaz de resolver problemas de forma independiente.

Perspectiva educativa

Desde este enfoque se enfatiza la importancia de los factores de tipo educativo en el desarrollo de las DAM subrayando el papel del currículum y la instrucción. Los temas más analizados son la calidad de los textos y materiales, y la respuesta a la diversidad de alumnos existente en el aula. Hay estudios realizados por (Miller y Mercer ,1977) revelan que, en los niveles básicos, los programas comercializados se utilizan frecuentemente como guía de instrucción. Incluyen un conjunto secuencial de libros que se acompañan con cuadernos de trabajo en los cuales se hayan incluidos los criterios para promocionar al siguiente libro. Llegar a dominar una habilidad con este sistema es improbable porque las nuevas habilidades se introducen rápidamente con objeto de “avanzar en el libro”.

Los investigadores han dedicado en los últimos años grandes esfuerzos intentando identificar las mejores prácticas instruccionales para los estudiantes con DAM. Se han llevado a cabo tres grandes estudios dirigidos a aislar los componentes básicos que deben incorporarse en el diseño instruccional de las aulas regulares en las que haya estudiantes con DAM. El primero fue llevado a cabo por (Mastropieri, Scruggs y Shiah, 1991), los cuales encuentran 30 estudios de técnicas instruccionales validadas para enseñar a estudiantes DAM.

El segundo, realizado por (Mercer y Miller ,1992) encontró los mismos componentes que el anterior identificando algunos componentes adicionales tales como autorizar el progreso del estudiante, enseñar las habilidades matemáticas hasta que se dominan y entrenar en generalización.

Por último, (Dixon y Gibson, 1994), hicieron una síntesis a partir de los trabajos seis directrices para seleccionar el currículo de matemáticas:

- Ideas importantes.
- Estrategias explícitas aplicables a gran número de problemas.
- Andamiaje (apoyo).
- Integración estratégica.
- Considerar el conocimiento informal.
- Prácticas de revisión.

Perspectiva del procesamiento de la información

Según esta perspectiva, si conocemos los procesos mentales que se emplean para efectuar una operación o las estructuras intelectuales que debe poseer el alumno para llevarla a cabo podremos comprender mejor dónde y porqué comete errores. El objetivo consiste en comprender y explicar lo que hace el aprendiz.

Como complemento a la perspectiva del procesamiento de la información, las llamadas teorías del procesamiento en paralelo (PDP) sostienen que hay que sustituir la metáfora del ordenador, por la del cerebro con sus conexiones neuronales (Rumelhart, McClelland y el grupo PDP; 1992). Estos teóricos afirman que el procesamiento de la información se realiza mediante un gran número de unidades que interactúan entre sí, ya que están conectadas formando una red caracterizada por el grado de activación general producido por la entrada de la señal y por la fuerza de conexión entre cada una de las unidades.

Un rasgo muy importante de este modelo, llamado conexionista, es que además de las unidades de entrada y salida que conectan con el medio, se defiende la existencia de unidades ocultas que son las que llevan el peso del trabajo cognitivo del sistema. Como afirman (García Madruga y Lacasa ,1997), las teorías conexionistas se adaptan plenamente a la explicación de los fenómenos evolutivos. Desde este enfoque; el aprendizaje consiste en:

- El establecimiento de nuevas redes de conexión entre las unidades.

- El desarrollo, es la secuencia de tales redes de conexión.

Tipos de dificultades relacionadas con los procesos del desarrollo cognitivo y la estructuración de la experiencia matemática.

El aprendizaje de las habilidades matemáticas pasa por un largo proceso que es preciso tener en cuenta y que ha sido abordado por enfoques diversos, siendo el más representativo el de Piaget y sus colaboradores. La comprensión de las DAM exige conocer con claridad los procesos y pasos en el desarrollo y aprendizaje de las matemáticas. En ese desarrollo se pone de manifiesto que los conocimientos matemáticos son interdependientes y presentan una estructura fuertemente jerárquica en sus contenidos que se organizan en función de su naturaleza deductiva y de una lógica. Los aprendizajes matemáticos constituyen una cadena en la que cada conocimiento va enlazado con los anteriores, de acuerdo con un proceder lógico. No siempre la lógica de la disciplina, que estructura la secuenciación de los contenidos, se corresponde con la lógica del alumno que aprende.

El nivel de dificultad de los contenidos no sólo viene marcado por las características del propio contenido matemático, sino también por las características psicológicas y cognitivas de los alumnos. Las dificultades iniciales en este aprendizaje pueden llevar a dificultades posteriores aún mayores. Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje van apareciendo dificultades que unas veces son consecuencias de aprendizajes anteriores mal asimilados y otras de las exigencias que van surgiendo de los nuevos aprendizajes.

En el estudio de las DAM, los autores coinciden en seguir dos grandes planteamientos con repercusiones importantes en lo que se refiere al diagnóstico de estos niños. Por una parte, se intenta comprobar si los alumnos con DAM difieren en cuanto a los conceptos, habilidades y ejecuciones de los de sus compañeros de igual y/o menor edad sin dificultades de aprendizaje, y, por otra, se trata de determinar si los niños con DAM alcanzan el conocimiento matemático de una manera cualitativamente diferente a los que no presentan dificultades, o si adquieren dicho conocimiento del mismo modo, pero a un ritmo más lento.

Dificultades en la adquisición de las nociones básicas y principios numéricos.

Son muchas las investigaciones que indican que las primeras dificultades surgen durante la adquisición de las nociones básicas y principios numéricos que son imprescindibles para la comprensión del número y constituyen la base de toda la actividad matemática, como son la **conservación, orden estable, clasificación, seriación, correspondencia, valor cardinal, irrelevancia del orden, reversibilidad**, etc. El niño adquiere estas nociones jugando y manipulando los objetos de su entorno a una edad que oscila entre los 5 y los 7 años. Pero no todos los niños adquieren estas nociones en este periodo. Cuando la mayoría de los niños ya han alcanzado el periodo de las operaciones concretas, los que presentan un nivel mental bajo están más tiempo ligados a sus percepciones con un pensamiento intuitivo propio del periodo preoperatorio. Con estos niños se hace imprescindible alargar el periodo de la práctica manipulativa acorde con el ritmo característico de cada uno. A este tipo de niños les cuesta más pasar del plano de la acción al de la representación mental de las operaciones. Una consecuencia de estas dificultades es que, si estas nociones no se adquieren y dominan eficazmente, ello conlleva repercusiones negativas a lo largo de la escolaridad. Por ello, todo profesor antes de comenzar con la enseñanza de la numeración y las operaciones debe asegurarse de que todos los alumnos han integrado y comprendido estas nociones básicas.

Dificultades relacionadas con las habilidades de numeración y cálculo.

El autor (Geary, 1993) distingue tres tipos:

- Dificultades para representar y recuperar los hechos numéricos de la memoria. Los niños que presentan este tipo de problemas muestran grandes dificultades en el aprendizaje y en la automatización de los hechos numéricos.
- Dificultades con los procedimientos de solución. Las manifestaciones de este déficit incluyen el uso de procedimientos aritméticos evolutivamente inmaduros, retrasos en la adquisición de conceptos básicos de procedimiento y una falta de precisión al ejecutar los procedimientos del cálculo.



- Déficit en la representación espacial y en la interpretación de la información numérica. Los niños con este déficit tienden a mostrar dificultades a la hora de leer los signos aritméticos, en alinear los números en problemas aritméticos multi dígito y en comprender el valor posicional de los números.

A la dificultad de la comprensión del sistema de numeración se añade la de la escritura de los números. Los niños que tienen déficits viso espaciales o desarrollo madurativo pueden presentar escritura de números en espejo, cambiar la dirección en la escritura de las cantidades haciéndolo de derecha a izquierda, o en la grafía de los números la realizan de abajo a arriba.

En cuanto a la práctica de las cuatro operaciones básicas, se puede considerar dos cuestiones:

- Respecto a la comprensión del significado de las operaciones.

Respecto a la mecánica de las operaciones, el niño tiene que comprender una serie de reglas que le resultarán tanto más difíciles cuanto menos interiorizadas tengan las nociones anteriores, y que se refieren:

- A la estructuración espacial de cada operación. En cada una de las cuatro operaciones hay que disponer las cantidades de una determinada forma, siguiendo unas pautas fijas.
 - Los automatismos para llegar al resultado. Se refieren al aprendizaje y dominio de las tablas con la atención y memoria que esto supone, sobre todo, para la tabla de multiplicar. En la suma no suelen presentarse dificultades. Empiezan cuando se pasa de 10. En la multiplicación pasa algo parecido, ya que se trata de varias sumas sucesivas.

Dificultades en la resolución de problemas.

La interpretación de los problemas requiere una serie de habilidades lingüísticas que implican la comprensión y asimilación de un conjunto de conceptos y procesos relacionados con la simbolización, representación, aplicación de reglas generales, traducción de unos lenguajes a otros.

El bajo rendimiento de los alumnos con DAM está más relacionado con su incapacidad para comprender, representar los problemas y seleccionar las operaciones adecuadas, que con los errores de ejecución.

Las dificultades de traducción se producen no sólo entre la acción y la simbolización, sino también entre ésta y el lenguaje verbal. Además, la traducción entre el lenguaje natural y el matemático tampoco es directa, sino que exige una comprensión de las relaciones establecidas en los problemas formulados con palabras. El texto de un problema matemático se procesa en pasos ascendentes, identificando lo que los expertos denominan las asignaciones, relaciones y preguntas. Estos pasos sobrepasan los límites de la simple comprensión del lenguaje empleado, ya que es necesaria una interpretación matemática. En cada uno de estos pasos puede estar el origen de algunas dificultades específicas al estar implicados en ellos diversos factores relacionados con los siguientes parámetros:

- Procesos de comprensión. El sujeto ha de asegurarse de que las preguntas del problema son las mismas que él entiende. El primer obstáculo para la comprensión del problema puede ser de vocabulario y la terminología utilizada. A la comprensión de los problemas numéricos se llega de forma gradual. En este proceso influyen sobre todo el tipo de expresión, las formas y estructura el enunciado del problema.
- Análisis del problema: representación matemática específica. El procesamiento lingüístico no es suficiente para dar solución al problema. Es necesario una estrategia para identificar lo que se sabe y lo que se debe descubrir. Para ello debe realizar una representación matemática específica, en la construcción de esta representación, muchos alumnos, aunque no tengan dificultades en cuanto al significado de cada frase, sin embargo, no comprenden el sentido global del problema. Son incapaces de realizar una ordenación lógica de las partes del mismo.
- Estas dificultades son más frecuentes en aquellos alumnos que presentan déficits viso espaciales y los que tienen una desorganización o falta de estructuración mental. Hay un tipo de problemas especialmente difícil para estos niños con dificultades espacio-temporales, es el de

los móviles, ya que en ellos lo esencial es precisamente la combinación de dos variables: espacio y tiempo.

Bibliografía

- Berger, H. (1926). Heber rechstorungen beiherderkrankengen des grosshirns. Arch Psychiatr Nerven, 1926; 78: 238-263 Recuperado el 06 de septiembre de: www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-logo/12_acalculia.pdf
- Cohen, R. (1961): "Dyscalculia". Archives of Neurology, 4, 79-85. Recuperado de: http://www.imserso.es/InterPresent2/groups/imserso/documents/binario/21017_alteralzheimer.pdf
- Cole, M. Y B. Means (1986), Cognición y pensamiento, Paidós, Buenos Aires, 1986.
- Dickson, L.; Brown, M. y Gibson, O. (1991) El aprendizaje de las matemáticas, Barcelona, Editorial Labor, S.A., Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Fodor, J. (1986): La modularidad de la mente. Madrid: Morata Recuperado de: http://eprints.ucm.es/5553/1/REVISTA_DEA%C3%91O.pdf
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. Psychological Bulletin, 114, 345-362. Recuperado de: http://neurociencias.udea.edu.co/revista/PDF/REVNEURO_vol11_num1_12.pdf
- Gerstmann, J. (1924). Fingeragnosie: eine umschriebene störung der orientierung am eigenenkörper. Wiener Klinische Wochenschrift, 37, 1.010-1.012. Recuperado de: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/INCIDENCIA%20DE%20LA%20DISCALCULIA%20EN%20LOS%20PROCESOS.pdf>
- Hecaen, H., Algelergues, T., & Houiller, S. (1961). Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions retrorolandiques. Revue Neurologique, 105, 85-103. Recuperado de: <http://link.springer.com/content/pdf/bbm%3A978-1-4899-1453-8%2F1.pdf>
- Johnson, Myklebust en González-Pienda, J.A., Núñez, J. (1998). Dificultades del aprendizaje escolar, Pirámide, Madrid, P. 46. Recuperado de: www.uruguayeduca.edu.uy/.../Dificultades%20del%20aprendizaje%20pers
- Siegel, L.S. (1994) Working memory and reading: A life-span perspective.
- Karmiloff-Smith. (1992). Más allá de la modularidad. Madrid. Alianza (cap.2). Recuperado de: http://www.uam.es/personal_pdi/psicologia/jlopezto/Apuntes/Adquisicion_Desarrollo
- Kirk, S. (1963). Behavioral diagnosis and remediation of learning disabilities, en Proceedings of the conference on exploration into the problems on the perceptually handicapped child, first annual meeting, vol. 1, Chicago, 6 de abril de 1963. Recuperado de: <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/Contenidos/PSE/orientacion/atencion/diversidad/orientacion/Publicacion/completa/DA/1162897391155>
- Kosc, L. (1974). Developmental Dyscalculia. Journal of learning disabilities, 7, (164-167). Recuperado el 02 de septiembre de 2013 de: www2.fe.ccoo.es/Andalucía/docu/p5sd7235.pdf
- Lacasa y García M. (1997). Concepciones teóricas en psicología evolutiva (I). contexto y desarrollo. En A. Corral, F.



- Gutiérrez y P. Herranz (Eds.),
 Psicología Evolutiva. Tomo 1. Madrid:
 UNED. Recuperado de:
http://www.um.es/analesps/v18/v18_1/07-18_1.pdf
- Lewandowsky, M., y Stadelmann, E. (1908).
 “Über einen bemerkenswerter Fall von
 Hirnblutung und Über Rechstorungen
 bei Herderkrankung des Gehirns”,
 Journal Psycho. Neurol. 11, 249-265.
 Recuperado de
<http://www.imsero.es/InterPresent2/groups/imsero/documents/binario/21017alteralzheimer.pdf>
- Luria, A. R. (1977). Las funciones corticales
 superiores del hombre. Moscú:
 Universidad Estatal de Moscú.
 Recuperado de:
http://neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/viewFile/118/108
- Mastropieri, M.A.; Scrugs, T.E.; Shiah, S.
 (1991). Mathematics instruction for
 learning disabled student: A review
 research. Learning Disabilities
 Research and Practice, 6:
 89-98Recuperado de:
<http://www.biblioteca.uma.es/bbldoc/tesisuma/16275718.pdf>
- Mercer, C.D.; Miller, S.P. (1992). Teaching
 students with learning problem in mah
 to acquire, understand, and apply basic
 math facts. Remedial and Special
 Education, 13(3): 19-35, 61
 Recuperado de:
<http://www.biblioteca.uma.es/bbldoc/tesisuma/16275718.pdf>
- Miller, S.P. y Mercer, C.D. (1997). Educational
 aspects of, mathematics disabilities.
 Journal of Learning Disabilities, 30, 48-
 56 Recuperado de:
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10232/tarraga.pdf?sequence=1>
- Coles, G.S. (1978). The Learning –disabilities
 test battery: Empirical and social
 issues. Harvard Educational Review,
 48,313-340. Recuperado de :
www.espaciologopedico.com/articulos/articulos2.php?Id_articulo=299
- Rumelhart, D.E., McClelland, J.L.& el grupo
 PDP. (1992). Introducción al
 procesamiento distribuido en paralelo.
 Madrid. Alianza. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2683153.pdf>
- Shafir, U., Siegel. (1990). Learning disability
 inferential skills and post failure
 reflectivity. Journal of Learning
 Disabilities,23,506517.
 Recuperadode:http://www.espaciologopedico.com/articulos/articulos2.php?Id_articulo=299.
- Universidad Pedagógica Experimental
 Libertador. (2013). “Instituto
 pedagógico Rafael Escobar Lara “.
 Origen y manifestaciones de las
 dificultades en el aprendizaje de las
 matemáticas. Maracay, Venezuela: El
 autor. Recuperado el 07 de septiembre
 de, <http://www.slideshare.net/solmargonzalez/clase-4676508>
- Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los
 procesos psicológicos superiores.
 Buenos Aires: Grijalbo Recuperado de:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/19544/1/articulo5-13-6.pdf>.

Contaminación de fuentes hídricas provocadas por agroquímicos en Colombia: revisión

Pollution of water sources caused by agrochemicals in Colombia: review

Lizeth Lorena Muñoz Villareal^{1*}; Slim Camilo Álvarez Alarcón*;
Roberto Antonio González Gordon

Resumen

Este estudio tiene como objetivo informar acerca del estado ambiental de algunas fuentes hídricas de Colombia, centrándose en aquellas que se encuentran contaminadas por la actividad agrícola. Para lograr el objetivo propuesto fue necesario la consulta de varios autores que han trabajado el tema de contaminación por agroquímicos en efluentes, ya que, en el área de cultivo, las plantas son tratadas con agroquímicos para evitar enfermedades o plagas y a la vez se efectúan riegos para garantizar un ambiente óptimo para el desarrollo de la planta. Sin embargo, el uso de riego en los cultivos, produce lixiviación de aguas contaminadas y vertimiento de las mismas a sitios puntuales de aguas superficiales, provocando así contaminación al ecosistema por la presencia de agroquímicos en agua de riego y su vez un daño a la ciudadanía, por el hecho de que la población colombiana se abastece de aguas naturales para sus necesidades domésticas, de pesca, turismo, y afectando la biodiversidad de especies acuáticas que se encuentran presente en las fuentes hídricas del país, las cuales están siendo gravemente impactadas. evidenciándose que han sido estudiados hace más de ocho años, deduciendo así que la escasez de estudios de este tipo puede deberse a la gran dependencia económica que tiene el país en temas agrícolas, sin embargo, es necesario conocer el impacto ambiental que ha provocado esta actividad con la finalidad de crear conciencia y buscar soluciones al respecto, permitiendo conocer las dos cara de la actividades y encontrar un equilibrio ecológico y así tener una economía sostenible que permita usar los recursos naturales pero respetando el ecosistema y cuidando la biodiversidad Colombiana, ya que es ella quien hace destacar el país, como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo.

Palabras claves: Agroquímicos, contaminación, sustancias químicas, agricultura

Summary

The objective of this study is to inform about the environmental state of some water sources in Colombia, Focusing in those which are contaminated for the agricultural activity. To achieve this, it was necessary the query from different authors who have worked in the pollution issue by agrochemicals in effluents, since in the crop area, plants are treated with agrochemicals to avoid diseases or plagues and to guarantee and optimal environment for the development of the plant. However, the use of irrigation in the farming produces leaching of contaminated water and the dumping of it to superficial water, causing pollution to the ecosystem by the presence of agrochemicals in water irrigation and damage to the citizenship at the same time due to the fact that Colombian population supplies its domestics needs, fishing and tourism from natural water. This also affects the biodiversity of some water species which are in the country's water sources and are being severely impacted. this study aims to inform about the environmental condition of some water sources of the country, identifying the evidenced hydric sources that have been studied around eight years, inferring the lack of studies from this type could be due to the heavy economical dependence the country has on agricultural topics, nevertheless, it is necessary to know the environmental impact this activity has caused with the objective of creating awareness and looking for solutions with long term applications. The intention of this article is to make known the other face of the agricultural activity and seek solutions to have an ecological balance and a sustainable economy which allows the use of natural resources preserving the ecosystem and care of the Colombian biodiversity, since it highlights the

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación– Sennova. Grupo de Investigación ABIBE. Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. CP: 05784. E-mail: lizethmunozvillarreal@gmail.com; ragonzalezg@sena.edu.co

* Autor para correspondencia. Tel +574 4309121. Correo electrónico: lizethmunozvillarreal@gmail.com (L. L. Muñoz).



country as one with the largest biodiversity in the world and for this reason it is needed to identify the environmental state of the water sources in Colombia.

Keywords: agrochemicals, pollution, chemical substances, agriculture

Introducción

Contar con agua segura es esencial para la salud de los consumidores, cuyas características finales dependerán de su origen (agua subterránea o superficial) y del tratamiento de potabilización implementado en la fuente (Rodríguez, 2017). Teniendo en cuenta que el 75% de la superficie terrestre está ocupada por agua, y el 2.76% corresponde a agua dulce y finalmente por su accesibilidad, sólo el 0.62% está disponible para el consumo humano, (subterránea y superficial). En todos los lugares del mundo, cada vez es más difícil acceder a recursos hídricos óptimos para el consumo doméstico, por lo que en varios países se ha vuelto un grave problema social (Jofre, 2015). La necesidad de producir la cantidad suficiente de alimentos ha repercutido, de manera diferente, en las prácticas agrícolas de todo el mundo. Según el inventario global realizado por Hydrology and Earth System Sciences (2010), la agricultura es el mayor consumidor de agua dulce, usando un promedio global del 70% de todos los suministros hídricos superficiales. El uso industrial (incluye generación de energía el cual regresa aproximadamente el 95% del agua que utiliza) es de alrededor el 20% y un 10% corresponde al uso doméstico. (FAO– AQUAST- 2008).

Sin embargo, pese al retorno de riego y lixiviación, la agricultura es, a la misma vez, la principal causa de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos mediante la erosión y residuos agroquímicos y anegamiento de cultivos de regadío, debido al uso de agua residual, superficial y subterránea contaminada, obliga a tomar medidas de remediación, debido a la afectación de cultivos y transmisión de enfermedades a los consumidores y agricultores. Todo residuo agrícola, independientemente del tipo de agricultura, se considera como contaminación de fuentes no localizadas, la característica principal de esta fuente es que su comportamiento depende de las condiciones hidrológicas, no es fácil su medición ni control directamente, por lo tanto, son difíciles de regular, en consecuencia, los residuos generados se desplazan por la superficie terrestre o se infiltran en el suelo, arrastrados por la lluvia y el deshielo de la nieve. Estas sustancias alcanzan aguas subterráneas, humedales, ríos, lagos y finalmente llegan al mar transportadas por

el río, en forma de sedimento y carga química (Iagua, 2018).

Pocos contaminantes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en el caso de que se produzca una contaminación masiva accidental debido a un eventual derrame o mala disposición de desechos tóxicos (OPS 2009, WHO 2011). Como hemos mencionado en párrafos anteriores, la contaminación del agua es una de las formas de exposición crónica a bajas dosis de plaguicidas a las cuales está sometido el ser humano, así como la fauna acuática y terrestre; adicionalmente, es una de las vías a través de las cuales se transportan los plaguicidas COP aguas abajo de los lugares donde fueron aplicados (Molina-Morales *et al.* 2012).

Una zona muy reconocida en Colombia como es el Urabá antioqueño; la cual es la principal zona de producción de banano en Antioquia, demanda el uso de agroquímicos como fungicidas, fertilizantes, herbicidas y nematicidas. Según Augura, esta zona del país consume aproximadamente 310.724 toneladas anuales de agroquímicos (Augura, 2018). En la región de Urabá se encuentran aproximadamente 800 fincas bananeras, según cifras del ICA, las cuales vierten aguas residuales a cuerpos hídricos de la región, teniendo en cuenta que la comunidad se beneficia de los cuerpos hídricos en actividades como pesca y uso doméstico.

Según un estudio hecho por la Universidad de Guadalajara México los agroquímicos se caracterizan por poseer ciertos niveles de fósforo y nitrógeno ya que estos son fundamentales para el óptimo desarrollo de la planta, sin embargo, los cuerpos de agua con exceso de esos nutrientes en combinación con temperaturas altas y luz solar, estimula el crecimiento excesivo de algas. Durante el día, las algas contribuyen oxígeno al agua porque lo producen durante la fotosíntesis. Durante la noche, cuando no hay luz solar para la fotosíntesis, las algas utilizan el oxígeno en el agua para la respiración. El nivel de oxígeno se reduce aún más cuando las algas mueren. Cuando grandes cantidades de algas mueren, su descomposición consume mucho oxígeno, dejando muy poco para los peces. Este proceso se llama eutricación, la cual, también puede ocurrir cuando las capas superficiales de agua, que están llenas de algas, se invierten y se

mezclan con aguas profundas, provocando un aumento rápido en la demanda de oxígeno. Todos los organismos acuáticos, incluso los peces, necesitan oxígeno para vivir. Si el nivel de oxígeno baja demasiado, los peces pueden morir (técnica para la agricultura sostenible, 2017).

Según el doctor Raúl Montenegro profesor titular de la cátedra de biología evolutiva de la Universidad de Córdoba en Argentina considera que hay 6 millones de productos potencialmente tóxicos que fueron creados en el siglo XX de los que se usan unas 100.000 sustancias con efectos cancerígenas en el mundo y sólo en un 10% se conocen sus efectos a mediano plazo y además existen más de 600 ingredientes activos y alrededor de 50.000 formulaciones de plaguicidas, algunas de las cuales contienen solventes orgánicos y otros compuestos, que pueden agregar riesgos tóxicos (Riccioppo, 2011).

Fuentes de contaminación

Se catalogan como fuentes de contaminantes no puntuales procedente de la actividad agrícola: las escorrentías de cualquier tipo de cultivo dirigidas hacia agua superficial o subterránea debido a su elevado contenido en las siguientes sustancias como:

Nutrientes (nitrógeno, fósforo), fertilizantes, pesticidas, metales, patógenos, sedimentos, demanda biológica de oxígeno y elementos trazas (Iagua, 2018). Entre los impactos ambientales debido a la actividad agrícola son los siguientes:

Teniendo en cuenta como principales contaminantes del agua (Segura, 2015) los siguientes:

Agentes Patógenos: Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.

Desechos que requieren oxígenos: Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el agua, matando así las formas de vida acuáticas.

Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo), envenenan el agua. Los nutrientes vegetales también pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas.

Sustancias Químicas orgánicas: petróleo, plástico, plaguicidas y detergentes.

Sedimentos o materias suspendidas: Partículas insolubles del suelo que proporcionan turbidez al agua y que son la mayor fuente de contaminación.

Sustancias radioactivas: que puede causar efectos congénitos o cáncer.

Uso de fertilizantes y estiércol

El estiércol se utiliza como fertilizante. La contaminación por fertilizantes se produce cuando se utiliza en mayor cantidad de la que los cultivos absorben, o cuando son eliminados por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que sean absorbidos. Estudios demuestran, en algunos países, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5-10% por infiltración.

Además, los fertilizantes y estiércol conducen a un excesivo crecimiento de algas generando ambientes anóxicos suprimiendo otras algas o especies acuáticas. En el caso de estiércol, el agua superficial resulta altamente contaminada por patógenos, metales, fósforo y nitrógeno. Uno de los principales contaminantes es el nitrato derivado de los compuestos nitrogenados utilizados como fertilizantes. Cuando se infiltra y alcanza las aguas subterráneas produce un aumento en la concentración de nitratos que son peligrosos para la salud pública. Para estudiar y evaluar la contaminación derivada de la agricultura es imprescindible conocer el ciclo del nitrógeno, como se observa en la figura 1. (Impacto Ambiental de la Agricultura Moderna, 2018).

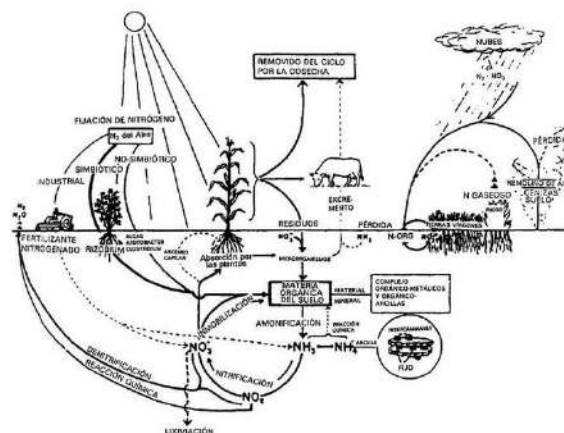


Figura 1. Ciclo del Nitrógeno

Aplicación de plaguicidas

Los plaguicidas una vez aplicados, sufren procesos de degradación y transformación, total o parcial, que conducen a la formación de nuevos productos que puede ser, incluso, más móviles, persistentes y peligrosos que los compuestos iniciales. Además de los plaguicidas se utilizan herbicidas e insecticidas. Estos productos se están aplicando de manera intensiva en muchos países. Provoca la contaminación tanto del recurso hídrico como a la biota, debido a la presencia de productos cancerígenos y otros venenos. En algunos casos puede producir disfunción en el sistema ecológico por pérdidas de los depredadores debido a la inhibición en la reproducción. Efectos en la salud pública por alimentación de peces infectados. En las aguas subterráneas puede tener consecuencias graves si alcanza un pozo de abastecimiento, como se observa en la figura 2 (Iagua, 2018).

Se estima que, de los plaguicidas utilizados en la agricultura en forma preventiva, sin importar si se presenta o no una plaga, sólo 1% alcanza los cultivos, el resto contamina suelo, aire y, principalmente, los cuerpos de agua. En el Distrito de Riego estudiado, se reporta la presencia de 25 plaguicidas; los 13 de mayor uso incluyen cinco triazinas, cuatro carbamatos y cuatro plaguicidas organoclorados, todos ellos en concentraciones que rebasan los límites de la Norma Oficial Mexicana (nom-127-ssa1-1994) para agua de uso y consumo humano (Mazari, 2014).

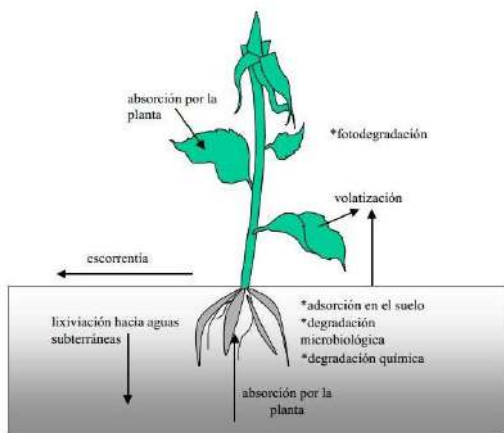


Figura 2. Procesos que afectan a los plaguicidas

Regadío

El retorno de agua de regadío conduce a una salinización, además de vertido de productos antes mencionados como fertilizantes y pesticidas, supone una amenaza para el sistema ecológico. Se pueden presentar elementos elevados de oligoelementos como selenio, provoca graves daños ecológicos y efectos en

la salud humana. Cabe destacar el papel tan importante que juega el suelo en estos episodios de contaminación, el vertido de los diferentes residuos procedentes de la agricultura es dirigido directamente a las aguas superficiales. En cambio, para que un vertido alcance la zona saturada es necesario que atraviese el suelo y la zona no saturada. En esta fase de infiltración las sustancias pueden sufrir procesos que hacen disminuir la concentración que alcanza en las aguas subterráneas. El suelo se puede considerar como un sistema depurador porque es capaz de degradar e inmovilizar contaminantes. Esta característica depende de las propiedades de sus horizontes como actividad microbiológica, contenido en arcilla y materia orgánica, capacidad filtrante y espesor, que a su vez está relacionado con las propiedades del suelo como: textura, estructura, porosidad y permeabilidad, capacidad de intercambio catiónico, ph, con lo cual el suelo es un factor importante en la vulnerabilidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación (Mazari, 2014).

Contaminación por plaguicidas en aguas superficiales en otros países de Latinoamérica

La práctica agroindustrial intensiva basada en el empleo de agroquímicos, instalada a partir de los años 50, aún está vigente en toda Latinoamérica, y según algunos autores, sus efectos negativos sobre el ambiente y la salud se acentuaron a partir de los años 90 con la introducción de los cultivos transgénicos, fenómeno que se conoce como la “nueva revolución verde” y que ha incrementado la utilización de agroquímicos (Reboratti 2010, Segrelles Serrano 2005).

Uno de los ejemplos más importantes de esta situación se encuentra en la explosión de la floricultura que ha experimentado Ecuador. Aunque la actividad florícola no es la única responsable de la contaminación de los cursos de aguas superficiales, se ha considerado que es de mayor envergadura y extensión que la producida por la actividad agrícola dedicada a la explotación de los rubros agroalimentarios tradicionales, como papa y pastos para la ganadería. Debido a que el mercado demanda “flores perfectas”, se ha combinado la mejora genética con una intensa y extensa aplicación de agroquímicos, dando como resultado una práctica agrícola de alto impacto ambiental con las respectivas consecuencias para la salud (Breilh 2007, Tillería 2010).

Como un ejemplo de esta situación, encontramos que el consumo de plaguicidas en la floricultura colombiana se estimó entre 200 y 300 kg/ha/año para 2002, mientras que los floricultores holandeses

emplearon 100 kg/ ha/año (Ardila Carrillo y Ulloa Unanue 2002). En un trabajo realizado en la población de Suesca ubicada en la ribera del río Bogotá (Salcedo Monsalve et al. 2012), donde la floricultura es una de las actividades económicas más importantes, se reportó la presencia de plaguicidas OC en concentraciones que alcanzan los 14.3 µg/L, destacándose la presencia de β-BHC y endosulfán, cuyos MAC-EQS son 0.05 y 0.01 µg/L, respectivamente (European Parliament and Council 2008). También se hallaron plaguicidas OF que alcanzan una concentración promedio de 26.1 µg/L, siendo el más frecuentemente detectado el metil bromofos, para el cual no se reporta EQS ni CCC, pero se encuentra por encima de los criterios para agua potable de la EU (0.1 µg/L). Problemas similares se han reportado en la región de Antioquia, donde se detectaron evidencias de genotoxicidad en extractos orgánicos obtenidos a partir de diferentes fuentes de aguas superficiales, indicando que la actividad genotóxica se genera como consecuencia de vertidos contaminados con plaguicidas derivados de la intensa actividad agropecuaria que se realiza en la zona (Tobón y López 2011).

En Argentina al parecer la situación es diferente, a pesar de que este país no escapa a los programas transnacionales para la implementación de esquemas de producción basados en la utilización de agroquímicos (Reboratti 2010). Los estudios realizados para evaluar la contaminación por plaguicidas en algunos cursos de aguas superficiales han revelado que los principios activos analizados se encuentran en concentraciones por debajo de los niveles máximos permitidos para la preservación de la vida acuática; en estos estudios se han incluido plaguicidas de los grupos químicos OC, OF, CB y TA (Gil et al. 2005).

En México, que fue la puerta de entrada de la “revolución verde” en Latinoamérica (Heinisch 2013), la situación parece ser más parecida a los casos de Venezuela, Colombia y Ecuador. Para el año 2000 el consumo de plaguicidas en México se estimó en 50 000 t/año, con un valor de mercado entre 400 y 600 millones de dólares americanos. Entre los estados que reportan mayor uso de plaguicidas se encuentran Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca; sólo en el estado de Nayarit se registran más de 100 intoxicaciones agudas por año (González-Arias et al. 2010).

Un estudio hecho en Venezuela, revela los valores máximos de los residuos de plaguicidas encontrados, durante un análisis preliminar realizado entre mayo y

julio de 2002 (datos no publicados), en los principales cursos de agua y acueductos de la región de Bailadores. En ese estudio se investigó la presencia de ocho principios activos entre los que se encontraban los OF monocrotofos, dimetoato y etil paratión; los CB metomilo, carbofurán y mancozeb; la cloroacetanilida (CA) metolaclo y la triazina (TA) metribuzin; la frecuencia de detección varió entre 50 % y 63 % en los ríos y de 0 % a 38 % en los acueductos (Benítez, 2013).

Morales y colaboradores (2012) en un estudio realizado en Venezuela sobre los cuerpos de agua (ríos Las Tapias, Las Playitas y Mocotíes) en mayo de 2008 y 2010, se muestran los niveles máximos de residuos encontrados en un muestreo realizado durante cuatro semanas. En este caso, el estudio se extendió a trece principios activos: los OF malatión, etil paratión, metil paratión, metamidofos, dimetoato, clorpirifos y diazinón; los CB carbofurán, metomilo y mancozeb; las TA atrazina y metribuzin; y el derivado de urea (DE) linurón. En los respectivos cuadros se indican los plaguicidas que superan los MAC-EQS (concentración máxima aceptable) y CCC (criterio de concentración crónica), desafortunadamente ni la UE ni la US-EPA incluyen todos los plaguicidas estudiados en las listas de sustancias que consideraron al elaborar los criterios de conservación para aguas superficiales (European Parliament and Council 2008, EPA 2013), razón por la cual Molina-Morales y colaboradores (2012) emplean los criterios de la UE establecidos para agua potable, indicando que en la mayoría de los casos se superan los límites tanto para plaguicida individual como para la sumatoria de plaguicidas, también se rebasan los límites establecidos por la legislación venezolana que es la menos exigente.

Una zona muy reconocida en Colombia como es el Urabá Antioqueño la cual es potencialmente productora de banano, por lo tanto, demanda el uso de agroquímicos como fungicidas, fertilizantes, herbicidas y nematocidas. Según Augura esta zona del país consume aproximadamente 310.724 toneladas anuales de agroquímicos. En la región de Urabá se encuentran aproximadamente 800 fincas bananeras, según cifras del ICA, las cuales vierten aguas residuales a cuerpos hídricos de la región, teniendo en cuenta que la comunidad se beneficia de los cuerpos hídricos en actividades como pesca y uso doméstico (Augura, 2017).

Fuentes hídricas contaminadas en Colombia

Entre las fuentes hídricas contaminadas por actividad agrícola en Colombia, se destacan:



Quebrada Fray Juana

Quebrada el Hato

Según Tobón (2010), la quebrada Fray Juana y la Quebrada el Hato son contaminadas por la Hacienda La Montaña la cual se dedica a la actividad agrícola y porcina, originando así tres factores fundamentales de contaminación en las fuentes hídricas:

- Descarga directa de aguas residuales, resultado del lavado de la infraestructura productiva
- Descarga directa de residuos sólidos.
- Utilización inadecuada de plaguicidas y pesticidas tóxicos, contaminantes de dichas fuentes hídricas que merecen particular atención, como son los compuestos organoclorados, organofosforados y los carbamatos.

Además, Algunos productos químicos tóxicos utilizados en la Hacienda y en la población de la vereda en donde se ubica son: Límpido® (Hipoclorito de sodio 6 %); Úrea (compuesto ureico de nitrógeno); Roundup® (Glifosato), herbicida total no selectivo de amplio espectro para eliminar hierbas y arbustos perennes. No obstante, Según estudios reportados por Yoke CH (2005), la exposición al Glifosato es un factor de riesgo que puede afectar el ácido desoxirribonucleico-ADN, a cientos de células. En contraste, estudios de la Organización Mundial de la Salud (2010), lo cataloga de baja toxicidad. (Tobón, 2010).

Según Segura (2015), las cuencas hídricas en Colombia son afectadas por diversas fuentes de contaminación, entre las que se encuentran: materia orgánica (Tabla 1), plaguicidas y fertilizantes (tabla 2), hidrocarburos y sustancias químicas (Tabla 3), las cuales son aportadas de forma diferencial a cada cuenca hídrica de acuerdo a las actividades propias de cada región de influencia de la misma; en las siguientes tablas se pueden observar las principales cuencas afectadas por los tipos de contaminantes referenciados previamente y la región respectiva que aporta dichos contaminantes.

Tabla 1. Principales fuentes de contaminación por materia orgánica y sus respectivas cuencas afectadas.

Fuente de contaminación	Cuenca afectada
Bogotá	Sabana de Bogotá
Medellín-Valle de Aburrá	Medio Cauca
Cali-Jumbo	Alto Cauca

Barranquilla-Cartagena-Sta Marta	Bajo Magdalena
Bucaramanga	Sogamoso
Manizales	Medio Cauca
Pereira	Medio Cauca
Cúcuta	Catatumbo
Tunja	Sogamoso
Pasto	Patía

Fuente: García, 2001

Tabla 2. Principales áreas contaminadas por adición de plaguicidas y fertilizantes y sus respectivas cuencas afectadas

Áreas potenciales de contaminación	Cuencas afectadas
Zona Fundación	Rio Magdalena
Zona Cesár-Guajira	Rio Cesar
Córdoba	Rio Sinú
Altiplano- Rio negro	Medio Cauca
Valle del Zulía	Catatumbo
Alto Chicamocha	Sogamoso
Altiplano Cundiboyacense	Sabana de Bogotá
Llanos del Tolima	Alto Magdalena
Piedemonte Llanero	Meta Guaviare
Cauca y Valle del Cauca	Alto Cauca
Llanos del Huila	Alto Magdalena
Altiplano de Nariño	Patía
Valle del Sibundoy	Putumayo
Zona de Abrego	Catatumbo

Fuente: García, 2001

Tabla 3. Principales fuentes de contaminación por aporte de hidrocarburos y sustancias químicas y sus respectivas cuencas afectadas.

Fuentes potenciales de contaminación	Cuencas Afectadas
Refinería de Barrancabermeja	Medio Magdalena
Refinería de Cartagena	Mar Caribe
Oleoducto Caño Limón-Coveñas	Catatumbo, Arauca, Bajo Magdalena
Oleoducto Central de los llanos	Meta, Medio y Bajo Magdalena
Oleoducto Orito-Putumayo	Putumayo, Patía, Mira

Fuente: García, 2001

Por otra parte, Lans y colaboradores (2008) publicaron un estudio de contaminación por plaguicidas OC realizado en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú, en cuyos alrededores se lleva a cabo una intensa actividad agrícola con el empleo de grandes cantidades de agroquímicos, describiendo la presencia de α -BHT (0.031 - 0.112 $\mu\text{g/L}$), β -BHT (0.316 - 0.586 $\mu\text{g/L}$), γ -BHT (0.115 - 0.060 $\mu\text{g/L}$), aldrin (0.110 - 0.280 $\mu\text{g/L}$) y heptacloro epóxido (0.281 - 0.549 $\mu\text{g/L}$); los autores indican que en la mayoría de los sitios de muestreo las concentraciones sobrepasan los 0.1 $\mu\text{g/L}$ que establece la norma colombiana para plaguicidas individuales (Lans et al. 2010). Este reporte confirma la utilización de plaguicidas de alta peligrosidad considerados COP (residuos de plaguicidas) en Colombia.

Daños ocasionados por agroquímicos

Algunos pesticidas provocan alteraciones ocasionadas por la intoxicación con organofosforados en ratón sugieren un posible deterioro de la fertilidad a mediano y largo plazo, en tanto que las observadas en la lombriz, junto con ser indicadores apropiados de la contaminación del terreno, destacan a este organismo como una eficiente especie biocentinela. Dado que la melatonina disminuye el daño, es posible postular que éste se debe fundamentalmente al aumento de especies reactivas del oxígeno ocasionado por el pesticida (Bustos E, 2007).

Por otro lado, el Dr. Hugo “Bubi” Gómez Demaio asegura que niños con mielomeningoceles, anencefalia total o alguna otra deformación congénita era gestados en zonas de uso masivo de agroquímicos (El paranaense, 2015). A su vez, la OMS asegura que la ingestión prevenible de un plaguicida asciende a 186.000 muertes según OMS, 2018

También se han originado daños por el uso de agroquímicos durante la historia, como por ejemplo el DBCP que en el año 1968-1979 miles de trabajadores de zonas bananeras de Costa Rica quedaron estériles debido a los compuestos organoflorados los cuales producen síntomas en la función neurológica como también con el deterioro de la función cognitiva en trabajadores expuestos a estas sustancias (La Nación, 2014).

Bibliografía

- Augura (2018) citado en <http://www.augura.com.co/>
Breilh J. (2007). Nuevo modelo de acumulación y agroindustria: las implicaciones ecológicas y epidemiológicas de la floricultura en

- Ecuador. *Ciência y Saúde Colectiva* 12, 91-104.
Bustos-Obregón, E., & Hartley, R. (2007). Contaminación química ambiental y daño espermatogénico. *Revista Internacional de Andrología*, 5(4), 332-336.
El paranaense (2015) citado en <http://grupodereflexionrural.com/campanapdf/agroquimicos-demaio.pdf>
European Parliament and Council (2008). Environmental Quality Standards Directive. Official Journal of the European Union L348, 84-97.
FAO– AQUAST (2008) citado en <https://www.iagua.es/blogs/gidahatari/impactos-de-la-agricultura-en-el-recurso-hidrico>
García, M., Sanchez, f., Guzman, H., Verdugo, N., Dominguez, E. (2001). El medio ambiente en Colombia. Bogotá: Colombia, 2001. Pag 168.
Gil M., Aschkar G.A., Pozzo Adrizzi M.C., Pellejero G. y Abrameto M. (2005). Evaluación de residuos de plaguicidas en aguas del río Negro en sitios estratégicos para la captación de agua potable. *Revista Pilquen* VII, 1-9.
González-Arias C., Robledo-Marengo M.L., Medina-Díaz I.M., Velázquez-Fernández J.B., Girón-Pérez M.I., Quintanilla-Vega B., Ostrosky-Wegman P., PérezHerrera N.E. y Rojas-García A.E. (2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 26, 221-228.
Heinisch C. (2013). Soberanía alimentaria: un análisis y So isis del concepto. En: F. Hidalgo, P. Lacoix y P. Román, eds. *Comercialización beranía Alimentaria*. Quito - Ecuador: SIPAE y Agronomes y Vétérinaires Sans Frontières 11-35.
Hydrology and Earth System Sciences (2010) citado en https://www.researchgate.net/journal/1027-5606_Hydrology_and_Earth_System_Sciences
Iagua (2018), citado en <https://www.iagua.es/blogs/gidahatari/impactos-de-la-agricultura-en-el-recurso-hidrico>
Jofre, R., Cervantes, J., Barradas, L. (2015). Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del



- río Pixquiac, Veracruz, México: resultados preliminares. Elsevier. 2(18), 122-130.
- La Nación (2014) citado en <https://www.nacion.com/el-pais/salud/525-exbananeros-exigen-400-millones-por-danos-de-nemagon/FPOWKCIOKVFTPMYO-MARHANT364/story/>
- Lans E., Marrugo J. y Díaz B. (2008). Estudio de la contaminación por pesticidas organoclorados en aguas de la Ciénaga Grande del Valle Bajo del Río Sinú. *Temas Agrarios* 13, 49-56.
- Mazari, M. (2014). Agricultura y contaminación del agua. *Scielo*. 177(45), 301-3016.
- Molina-Morales, Y., Flores-García, M., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P., & Miranda-Contreras, L. (2012). Niveles de plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela, entre 2008 y 2010. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(4), 289-301.
- OMS (2018). Organización Mundial de la Salud. Citado en <http://www.who.int/es>
- OPS (2009). Herramientas de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases. 2da ed.: AAMMA, Organización Panamericana de la Salud, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Buenos Aires, Argentina
- Reboratti C. (2010). Un mar de soja: la nueva agricultura en argentina y sus consecuencias. *Rev. Geog. Norte Grande* 45, 63-76.
- Riccioppo, R. (2011). Agroquímicos: sus efectos en la población-Medidas de prevención. Colegio de médicos de la provincia de Buenos Aires. Pag 2-20.
- Rodríguez, M., Moraña, L., Salusso, m., Seghezzo L. (2017). Caracterización espacial y estacional del agua de consumo proveniente de diversas fuentes en una localidad periurbana de Salta. Elsevier. 4(49), 366-376.
- Segrelles Serrano J. (2005). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una “nueva” revolución verde. *Entorno Geográfico* 3, 93-120.
- Segura L. (2015). Estudios de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Escuela superior de administración pública ESAP. Bogotá: Colombia. Pag 28-30
- Técnica para la agricultura sostenible (2017) citado en <http://agriculturers.com/tecnicas-de-agricultura-sustentable/>
- Tillería Y. (2010). Impactos de la floricultura en la salud y el ambiente. En: *¿Estado Constitucional de Derechos? Informe sobre derechos humanos Ecuador 2009*. (Q. Ortiz, Ed.). 1ª. Ed. Universidad Andina Simón Bolívar / Ediciones Abya-Yala. Quito – Ecuador, pp. 285-290
- Tobón, F., López, N., Paniagua, R. (2010). Contaminación del agua por plaguicidas en un área de Antioquia. *Salud pública*. 12(2), 300-307.
- WHO (2011). Guidelines for drinking-water quality. 4a ed. World Health Organization. Ginebra, Suiza
- Yoke CH 2005. Inquietantes efectos del Roundup® (Glifosato) en los seres humanos y el ambiente. [Internet].p.7. Disponible en: http://www.redtercermundo.org.uy/texto_completo.php?id=2717.

Elaboración de una aplicación con programación web que optimice el entrenamiento deportivo en el fútbol Fase 2

Development of an application with web programming that optimizes sports training in football Phase2

Jhoan David Galarcio Martínez¹, Fernando Antonio Moya García², Alvin Bernardo Cardona Torres¹,
Muricio Valencia Galvis¹

Resumen

EtmovilTotal es una herramienta tecnológica, que permitirá una mejor administración de los recursos del entrenamiento deportivo desarrollados por los entrenadores de fútbol, tanto principiantes como expertos podrán utilizarla, llevando a cabo una preparación física, técnica y táctica, facilitando las sesiones de entrenamiento y organización de la información de los jugadores. En la actualidad los entrenadores de fútbol de la subregión de Urabá almacenan la información en papel o en tablas de Excel en un computador. Con esta aplicación se brindará al entrenador una herramienta para mantener la información segura y organizada. Dentro del entrenamiento del fútbol una de las principales necesidades es la organización y la planificación de las jornadas, por lo tanto, el desarrollo de esta aplicación permite llevar un entrenamiento óptimo según las categorías, las actividades, el deportista, la edad, la condición física y talento deportivo. Esta aplicación cuenta con una función que desarrolla el seguimiento del deportista para medir las condiciones físicas de los jugadores, cada test se identifica por una operación matemática y a través del tiempo en el cual el deportista trabaja, por cada ejercicio emitirá un resultado que informará en qué condiciones se encuentra, esto facilita al entrenador tener un registro del mejoramiento de la condición física del deportista por cada ciclo de entrenamiento. El desarrollo de este software está basado en las diferentes plataformas App, Java las cuales almacenarán contenido en el tema físico, técnico y táctico que serán útiles para el entrenamiento diario. Se facilitará el proceso de evaluación. Contará con la posibilidad de que cada entrenador observe nuevos métodos aplicados en fútbol, además, podrá ingresar nuevos entrenamientos. El proyecto se realizó en el municipio de Apartadó en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico a través de procesos de investigación formativa en el Semillero de investigación SENA en Ciencias de la Actividad Física y el Entrenamiento Deportivo - SISCAFED.

Palabras clave: fútbol base, entrenamiento deportivo, Urabá, Etmovil total, App

Abstract

EtmovilTotal is a technological tool that will allow a better administration of sports training resources developed by soccer coaches, both beginners and experts will be able to use it, carrying out a physical, technical and tactical preparation, facilitating training sessions and organization of the information of the players. At present, football coaches in the Urabá sub region store information on paper or in Excel tables on a computer. With this application, the coach will be provided with a tool to keep information safe and organized. Within the training of soccer one of the main needs is the organization and the planning of the days, therefore, the development of this application allows to take an optimal training according to the categories, the activities, the sportsman, the age, the physical condition and sports talent. This application has a function that develops the monitoring of the athlete to measure the physical conditions of the players, each test is identified by a mathematical operation and through the time in which the athlete works, for each exercise will emit a result that will inform on what conditions is found, this facilitates the coach to have a record of the improvement of the physical condition of the athlete for each training cycle. This application is based on the different App, Java platforms which will store content on the physical, technical and tactical theme that

¹ Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – SENA. Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Apartadó – Antioquia. Grupo de investigación ABIBE Tel 57 (54) 8280072 IP 44222. E-mail: juan.gala2009@hotmail.com; mavalencia@sena.edu.co.

² Asociación de Técnicos del Fútbol Argentino. ATFA (ARG) E-mail: fmoya@misena.edu.co.

* Autor para correspondencia: Tel 57 (54) 8280072. Correo electrónico: juan.gala2009@hotmail.com (J. D. Galarcio-Martínez).



will be useful for daily training. The evaluation process will be facilitated. This application will have the possibility of each coach observing new methods applied in football, in addition you can enter new training. The project was carried out in the Municipality of Apartadó in the Agroindustrial, Livestock and Tourism Technology Complex through formative research processes in the SENA Research Seedbed in Physical Activity Sciences and Sports Training - Siscafed. **Key words:** soccer base, sports training, Urabá, Etmovil total, App

Introducción

La FIFA (2016) ha sido el ente mas importante para el desarrollo del futbol a nivel mundial, la historia del futbol comienza desde hace 100 año, ya que los reportes comienzan en 1863 en inglaterra cuando el “rubgy-football” se separó en dos deportes muy importantes como lo son el rugby y el futbol, constituyéndose la Asociación del Futbol, como uno de los órganos gubernativos mas importantes del deporte y popular entre sus fanáticos y seguidores.

El deporte del fútbol ofrece oportunidades de éxito atlético a una variedad más amplia de personalidades, tipos de cuerpo y talentos atléticos naturales que ningún otro deporte. Con sus oportunidades de demostrar la capacidad individual, así como competir en equipo, pocos otros deportes pueden proveer tanto para tantas personas. Este deporte ofrece la oportunidad de desarrollarse física, emocional y socialmente, descubrir talentos ocultos, aprender sobre uno mismo, y desarrollar un nuevo sentido de capacidad y valor personal. La oportunidad de formar parte de un equipo, y al mismo tiempo, competir como individuo, Permite tener lecciones sobre la vida y la realidad, motivación para tratar de alcanzar metas y objetivos que la mayoría de los adolescentes renuncia por considerarlos imposibles. Todas estas posibilidades están incluidas en la esencia única del deporte. El entrenador carga sobre sus hombros la gran responsabilidad de convertir estas características en una parte íntima de la experiencia futbolística de cada joven atleta. (Chapman et al., 2008). Según Vera & Merchán (2011), de la elaboración teórica y de la comprobación práctica de un enfoque metodológico teniendo en cuenta las premisas rectoras de la planificación del entrenamiento en futbol, se plantea la distribución de la carga a través de modelos de mesociclos, micro-ciclos y sesiones de entrenamiento proponiendo un conjunto de métodos que se convierten en una novedosa forma de realizar el entrenamiento del fútbol.

Para desarrollar la aplicación Etmovil total en principio se deben conocer algunos aspectos y conceptos que se aplican al entrenamiento de futbol que son de vital importancia para cumplir los objetivos, a continuación, se describen algunos.

Para el desarrollo del futbol se deben considerar una serie de criterios para el buen manejo y seguimiento de las actividades del deportista, las cuales se mencionan a continuación:

Importancia de la planificación

Polvorinos (2018) define como planificación, al conjunto de presupuestos teóricos que el entrenador realiza, persistentes en la descripción, previsión, organización y diseño de todos y cada uno de los acontecimientos de la preparación. Así como de los correspondientes medios de análisis y control que les permiten modificar estos sucesos, a fin de obtener un proceso de entrenamiento cada vez mas sofisticado y alcanzar resultados en formas ininterrumpidas en la competencia.

Hasta aquí hemos abordado la planificación desde una perspectiva teórica. Sin embargo, a pesar de la existencia de diversos modelos, a la hora de planificar el entrenamiento de los deportes de equipo nos encontramos con que dichos modelos tienen poca aplicación, ya que en su origen fueron desarrollados para deportes de carácter eminentemente individual. (polvorinos, 2018)

Importancia de la fuerza

Fandiño (2012) Hace énfasis que dentro del logro del trabajo de fuerza se destaca el incremento del rendimiento deportivo en características como: corre más rápido, saltar más alto. Esto se alcanzará con el aumento de la potencia muscular que se aprovechará para enfrentar todas aquellas acciones explosivas que acontezca en un partido, evitando lesiones (protección de articulaciones, resarcimiento de desequilibrios producidos por la competición). De la fuerza puede concebir muchas fracciones (fuerza de salto, de golpe, de desplazamiento, hipertrofia, máxima, etc).

Importante de la resistencia

Training fútbol (2018) Hace énfasis en que la resistencia como capacidad biomotora, es una necesidad para el rendimiento del futbolista. En sus facetas aeróbica y anaeróbica ofrece al jugador de fútbol una base para poder ejecutar los diferentes esfuerzos exigidos en cada partido de competición. Por supuesto que debe tratarse de una resistencia específica o de una

transferencia de la resistencia general al juego. En las diferentes etapas de la formación del futbolista se requiere un entrenamiento coherente de la resistencia, para llegar al fútbol adulto con un desarrollo integral. (Joaquín Ferrández), con su reconocida capacidad teórica y práctica, nos presenta un artículo sencillo, pero claro y práctico, sobre el desarrollo de esta capacidad en el fútbol formativo.

Importancia de la coordinación

Si hay una palabra que todo entrenador de fútbol, sea cual sea el nivel, deba conocer (y también deba haber aplicado) es la de coordinación. Esta, es una cualidad fundamental para que el futbolista pueda realizar de la manera más eficiente, precisa y técnica todas las acciones físicas y técnicas (carrera, salto, pase, centro, entre otras.) (Brines, 2015)

Importancia de la técnica

Fútbol formativo (2016) Son aquellos movimientos y destrezas idóneas en los que emplea el balón para solucionar eficazmente un escenario de juego. El jugador convendrá ser competente de usar la pelota con velocidad y precisión en las complicadas situaciones de juego que se pueda generar, las elevadas ventajas de rendimiento de los jugadores profesionales que se encuentran en los equipos mas competitivos de las grandes ligas del mundo se cimienta en una capacidad técnica homogénea, para la consolidación de la técnica es necesario que se realice en la infancia del jugador, perfeccionándose, puliéndose en el desarrollo de su juventud y adultez. Como finalidad principal es llegar a obtener una mayor y mejor rendimiento futbolístico, un dominio avanzado y constante de un numero razonable de capacidades técnicas. Cabe resaltar que la superioridad de los elementos técnicos no tiene gran validez en las situaciones fáciles.

Importancia de la táctica

Los principios tácticos o de juego son definidos como “ideas fundamentales básicas y esenciales del fútbol, que se han agrupado en un verdadero método de trabajo, que persigue dos finalidades específicas, Preparar al jugador para desenvolverse con éxito ante los numerosos problemas tácticos que a cada instante le presenta el fútbol durante la competencia, formar en el jugador una mentalidad táctica o de juego que le permita tomar iniciativas o variar planes de juego, de acuerdo al acontecer de un partido, desarrollándose por medio de tres mecanismos (percepción – decisión – ejecución) la inteligencia de juego, Los principios tácticos de base se dividen en generales, ofensivos y

defensivos y son una suma de frases que según la dinámica del juego pretenden dar una idea general al jugador, frases de fácil comprensión y rápido análisis (Contreras,2016).

Modelo de juego en el fútbol

Modelo (concepción de juego) será esa representación simplificada de la realidad compleja (naturaleza compleja del fútbol). Una creación personal, que está ligada a sus concepciones de conocimiento (Garganta, J.1997, citado por Azevedo, J.2009), derivadas de la Modelación Sistémica de un determinado fenómeno o realidad, en este caso la idea de juego del equipo de fútbol.

Importancia del modelo de juego

Lapso-temporada es un momento para la reflexión. Los entrenadores aprovechan los meses estivales para dar forma a nuestra futura plantilla, a la pretemporada...pero sobre todo a nuestra idea, a nuestra filosofía. A nuestro modelo de juego.

Importancia de unidad de entrenamiento

La estructura de la sesión de fútbol base debe adaptarse para cubrir las necesidades de los niños. El calentamiento y la recuperación deben presentarse como juegos para los niños, en los que pueden divertirse mientras hacen ejercicios físicos (calentamiento y relajación). La parte principal consistirá en juegos y ejercicios. Deben cubrir un gran abanico de actividades y ser variados y lo que es más importante, cubrir los objetivos que el entrenador-educador se ha marcado para la sesión. (fifa 2018)

Análisis del juego

De un modo más concreto, en la literatura especializada sobre el análisis del juego de origen anglosajón (ej. Carling, Williams y Reilly 2005 y 2009; Nevill, Atkinson y Hughes, 2008; etc.), es relativamente frecuente encontrar interesantes clasificaciones cuyo objetivo es presentar de una manera resumida las principales transformaciones operadas en el proceso metodológico de análisis del juego en el fútbol, identificándose comúnmente cuatro formas fundamentales de análisis: análisis visual, análisis notacional, análisis basado en el video y análisis basado en tecnología informática, cuyas características y limitaciones son presentadas en la tabla 1.(Vázquez 2014)

Tabla 1.- Resumen de la evolución de las formas de llevar a cabo el proceso de análisis del juego.

Formas	Características	Limitaciones
Análisis Visual	Supone la más antigua y básica forma de análisis del juego en el fútbol. Se basa únicamente en la habilidad y experiencia observacional y memorística del analista, investigador o entrenador.	Representa un modo de análisis subjetivo, influenciado por los prejuicios y percepciones personales del observador. La fiabilidad de los análisis es reducida, debido a la no utilización de medios y métodos específicos para el registro de los acontecimientos del juego.
Análisis Notacional	Supone una evolución sobre el procedimiento anterior, al ser menos dependiente de la capacidad memorística del observador. Se basa en la anotación en tiempo real ("lápiz y papel"), de los acontecimientos básicos que se suceden durante los partidos para su posterior revisión y análisis más detallado una vez finalizado el mismo.	Al igual que en el caso anterior, el hecho de analizar el juego en tiempo real, puede comprometer la fiabilidad y la precisión de la información registrada.
Análisis basado en el Video	Se basa en un análisis del juego a partir de una grabación previa del partido, en donde la posibilidad de ver varias veces los principales eventos del juego permite llevar a cabo unos análisis más objetivos, precisos y fiables por parte del entrenador y/o investigador. La grabación de los eventos del partido, una vez categorizados y evaluados, supone una fuente interesante de recursos de feedback para los jugadores.	Si el video del partido no está previamente editado y estructurado en diferentes categorías de secuencias- eventos, supone un medio poco flexible y lineal, obligando al observador a ver partes del partido poco interesantes o irrelevantes.
Análisis basado en la Tecnología Informática	Supone la forma más avanzada, precisa y objetiva de analizar el juego, permitiendo obtener información del mismo, tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa. Permite el almacenamiento de grandes cantidades de información, así como una fácil y ágil organización y recuperación de la misma, por parte del entrenador y/o investigador. Se basa en una grabación digital del partido y en una posterior transmisión del mismo a un programa informático específicamente configurado para analizar los principales factores que influyen en el rendimiento manifestado por un equipo o un jugador.	Requiere de un proceso, a veces arduo, de aprendizaje y familiarización con el software por parte del analista. La máxima explotación de los recursos que ofrecen este tipo de tecnologías dependerá de la capacidad y del "talento" del entrenador y/o investigador para analizar aspectos realmente relevantes del juego, así como para interpretar la información obtenida de un modo correcto.

Fuente. Análisis del juego a la edición de informes técnicos

Estadística del deportista

El uso de estadística en los entrenamientos y en el análisis del rival viene siendo algo más común, pero en la captación de jugadores es más innovador: "Mirar datos analíticos para buscar jugadores es común", dice (Brian Clarhaut), segundo entrenador del Nyköping BIS, sueco y uno de los dos únicos norteamericanos que entrena en Europa. "Lo que no es común es hacer que los datos te den una lista inicial de jugadores. Eso es aún nuevo y revolucionario", añade. Las agencias de jugadores también ven los beneficios de mejores datos: "Si tienes un extremo que quiere más dinero, debes mirar más allá de sus goles y asistencias: precisión en los desplazamientos, ocasiones creadas. Hay que contar su historia en números", dice Remy (Cherin), agente la norteamericana Remington Ellis Management

Importancia de la estadística del juego

Los datos estadísticos en el fútbol representan un factor, cada vez más importante, en los equipos de fútbol que quieren mejorar sus resultados en la competición.

A nivel general en el mundo del fútbol, el conocer datos importantes como partidos ganados dentro o fuera de casa, goles a favor o en contra, penaltis cometidos, fueras de juego, expulsiones, etc., nos van a ayudar a mejorar el comportamiento de nuestro equipo.

Estudiar detenidamente el rendimiento de nuestro equipo rival nos dará más armas y defensas de cara al partido, teniendo en cuenta diferentes tipos de rendimiento:

Físico: Kilómetros recorridos por cada jugador, frecuencia cardíaca de las ejecuciones físicas, potencia de golpeo de la pelota, etc.

Técnico-Táctico: pases, remates, regates, posesión de balón, distancia entre jugadores, etc.

Psicológico: Estados de ánimo, amonestaciones debidas a protestas.(Luque, 2018)

Estructura de juego en el fútbol

Corresponde al posicionamiento y la ocupación óptima de los jugadores de un equipo dentro del terreno de juego y a las funciones generales y específicas de los mismos.

Ser una actividad deportiva en donde predominan las tareas relacionadas con la construcción ofensiva (conservación/canalización) y construcción defensiva (recuperación/contención), sobre la finalización ofensiva y evitación defensiva.

Documento de Vigilancia Tecnológica y el uso de las Tic en el Fútbol

Las aplicaciones app cada día están abarcando diferentes áreas incluyendo el deporte, apoyando a los entrenadores de la nueva generación para su organización y planificación, las herramientas o aplicaciones (app) están ganando un gran espacio en el deporte, ya que por su versatilidad y fácil uso en teléfonos inteligentes o Tabletas, las personas pueden disponer de información segura y mantener la planificación deportiva, en la actualidad las aplicaciones brindan una alternativa de unir la tecnología y el deporte para mejorar los procesos.

Aplicaciones app en futbol

En la actualidad se destacan varias aplicaciones deportivas para el entrenamiento del futbol que incluyen el registro y seguimiento del entrenamiento:

FA Coach; es una herramienta integral que les permite a los entrenadores planificar casi todas las facetas de una sesión de coaching con anticipación. Basado en la enormemente popular aplicación i-Drills, esta impresionante pieza de software permite a los entrenadores establecer simulacros específicos y trabajar en áreas particulares del juego en teléfonos inteligentes y tabletas. Esta aplicación permite mantener actualizados a los jugadores con las próximas sesiones,

compartir simulacros especialmente efectivos con otros entrenadores y recurrir a los métodos de coaching probados y comprobados empleados por los usuarios de la aplicación de todo el mundo. La aplicación de FA Coach también les permite a los entrenadores saber exactamente qué equipo se necesita para completar simulacros y sesiones de entrenamiento con éxito.

Coach's Eye; es una aplicación fácil de usar que ha sido diseñada para ayudar a los jugadores a mejorar tanto técnica como tácticamente. Los entrenadores pueden colocar iconos y marcadores alrededor de la pantalla simplemente arrastrándolos con un dedo, y las líneas de movimiento del jugador y la pelota se pueden dibujar de la misma manera. Hay varias dimensiones de tono para elegir, incluyendo fútbol sala, medio lanzamiento y paso completo, y también hay una función que permite a los entrenadores establecer las dimensiones a medida. Es posible tomar capturas de pantalla o enviar tácticas a jugadores y compañeros entrenadores en cuestión de segundos, y la aplicación está completamente integrada con Facebook y Twitter. Para la mejor experiencia, esta aplicación se debe utilizar en un iPad de tamaño completo.

Football Coach: es una aplicación para diseñar ejercicios, planificar entrenamientos y preparar tácticas de fútbol. Dispone de una pizarra digital muy fácil de utilizar con la que el entrenador puede programar la posición de los jugadores, sus movimientos y el del balón en ejercicios tanto físicos como de técnica individual, mejora del regate, juego de equipo, disparo, etc. El entrenador define dónde quiere colocar a sus jugadores, lo que quiere que hagan y determina el tiempo de duración de cada ejercicio. Una vez programado se puede pre-visualizar por si se considera necesario hacer algún cambio. Una vez definida la jugada (la app permite diseñar hasta cinco tipos: córner, falta, banda, jugada y otros) puede nombrarse y almacenarse para su posterior visionado gracias a un reproductor que incluso permite elegir la velocidad a la que se verán las imágenes. (Sportics, 2017)

Football Manager App: está pensada básicamente para entrenadores que busquen



almacenar datos relacionados con sus equipos, jugadores, partidos, estadísticas de los equipos y los jugadores, etc. La información introducida quedará almacenada hasta que el usuario decida lo contrario, eliminando los datos que ya no desee tener en su dispositivo de manera fácil e intuitiva. Aparte de eso, se ha desarrollado una pizarra táctil donde el usuario podrá realizar sus tácticas previas al partido y enseñársela a sus jugadores. Dispondrá de dos colores para diferenciar los diferentes jugadores que se dibujen. Además, se pueden realizar ligas online para que varios usuarios simultáneamente accedan a su contenido o lo modifiquen. Las ligas podrán ser reales a nivel profesional, de amigos o incluso ligas de videojuegos. Se ha realizado un apartado de mensajería donde los usuarios se podrán comunicar entre ellos sin salir de la aplicación. Bastará con buscar al usuario en el sistema, seleccionarlo y mandarle un mensaje. Si un usuario decide eliminar todos sus datos del sistema, podrá hacerlo y se eliminará cualquier información relacionada con él (González, 2015).

En Google play store se encuentran disponibles las siguientes aplicaciones:

Ejercicios Fútbol Base Apps: Aplicación de consulta con más de 400 ejercicios de entrenamiento. Los ejercicios están clasificados por edad recomendada: menos de 8 años, 8 - 11 años, 11 - 14 años, 14 - 18 años y más de 18 años. Categorías según naturaleza: Táctica, Técnica, Físicos, Globalizados, Específicos, Psicológicos y Estrategia. Cada ficha contiene un gráfico en movimiento que facilita la comprensión del mismo. A su vez incluye diferente información complementaria como: Descripción/desarrollo, tiempos y repeticiones, dificultad, dimensiones del terreno necesario, consejos, elementos físicos necesarios, etc.

Soccer Exercises for Kids: Ejercicios de Fútbol para Niños, aplicación de referencia con más de 300 ejercicios de entrenamiento. Todos los ejercicios se clasifican por: Edad recomendada: a menos de 8 años, 8-11 años, 11-14 años, 14-18 años y mayores de 18 años. Categorías de acuerdo con la naturaleza: Táctico, Técnico, Física, globalizado, específico, psicológico y Estrategia. Cada ejercicio contiene un gráfico de movimiento

que facilita la comprensión. Un giro diferente incluye información como: Descripción / desarrollo tiempos y repeticiones, la dificultad, las dimensiones del campo, elementos físicos necesarios, etc.

Training: Entrenamiento de fútbol es la aplicación con una gran cantidad de ejercicios de entrenamiento de fútbol con un programa de entrenamiento completo que contiene todos los ejercicios básicos y avanzados para la práctica de fútbol. Hoy en día el fútbol profesional y aficionado requiere un alto nivel de formación y la aptitud. Con esta aplicación se puede aprender cómo mejorar su condición física y la forma de ejecutar el fútbol más complejo para con ejercicios específicos de entrenamiento físico. Esta aplicación incluye:

- Ejercicios de todo tipo: técnicos, tácticos, físicos específicos, estratégicos y calentamiento.
- Ejercicios de entrenamiento específicas para porteros.
- Ejercicios repetitivos para reducir los tiempos de respuesta y mejorar sus habilidades.
- Técnicas y estrategias de control de la bola para mejorar su técnica en diferentes posiciones en el campo.
- Consejos de entrenamiento para convertirse en un entrenador profesional (Google play Store, 2016).

My Goal: Tu entrenador personal de fútbol. Es tu plataforma personal de entrenamiento futbolístico con los mejores contenidos de nuestra red de expertos para conseguir metas personales de entrenamiento. Mejora un aspecto concreto de entrenamiento en 15 minutos. Ofrecen programas audiovisuales de entrenamiento Premium creados por expertos para mejorar su rendimiento futbolístico. Un programa de entrenamiento contiene al menos cuatro ejercicios con videos e instrucciones para un entrenamiento individualizado óptimo. Los clientes pueden ser jugadores y jugadoras con ganas de mejorar, entrenadores con ganas de incentivar a sus jugadores, padres que quieran entrenar con sus hijos.

Football Training Video: Esta aplicación contiene ejercicios básicos y avanzados para la práctica de fútbol. Ofrece una gran cantidad

de tutoriales. Se puede conseguir todo tipo de videos de ejercicios como técnico, físico, específico y calentamiento. La formación en este programa abarca ejercicios de fútbol, pases, tiros, agilidad, ejercicios de entrenamiento, entre otros aspectos.

Habilidades de fútbol: Aplicación utilizada para mejorar el control de balón de fútbol y habilidades como jugadores profesionales de fútbol. En esta aplicación, se han seleccionado las habilidades de fútbol más fundamentales. Estas son las habilidades de fútbol útiles que se pueden utilizar cuando se está tratando de salir de una situación difícil en el campo de fútbol o la necesidad de superar la defensa rival. También se puede aprender a jugar al fútbol como un profesional con los videos de la aplicación.

Herramienta tecnológica que los entrenadores de futbol puedan utilizar para almacenar, ordenar y aprovechar el conocimiento, las capacidades de los jugadores, las estrategias planteadas, las técnicas y tácticas utilizadas en el campo de juego, como metodologías de mejora continua y de aprovechamiento de todo el potencial.

TacticalPad; es un software deportivo para el análisis táctico, ejercicios de dibujar y planificar sesiones de entrenamiento, rendimiento y análisis de oponentes. Es una herramienta innovadora y poderosa para dibujar formaciones, animaciones, verlas en 3D, editar videos (solo Windows) y exportar todo el contenido creado a videos e imágenes. Todas estas características son accesibles mediante una interfaz gráfica fácil de usar, fácil de aprender, práctica y eficiente.

Soccer Dad; es un software fútbol de entrenamiento divertido que está disponible tanto para iPhone como para iPad. Diseñada principalmente para fútbol infantil, esta excelente aplicación permite a los entrenadores establecer horarios de entrenamiento, guardar formaciones, comunicarse con los padres y guardar detalles sobre todos los jugadores en un club. Los horarios creados en esta aplicación se integran perfectamente con el calendario de iOS, y también es posible asignar una foto al nombre de cada jugador, que se puede usar para las selecciones de equipo y la configuración de formaciones. Si estás buscando ayuda con el

lado administrativo del fútbol de base, esta es definitivamente la aplicación para ti.

BioMeDical Program; Dentro de las herramientas tecnológicas de usos estadístico el BMDP (BioMeDical Program) se encuentra dentro de los paquetes de software estadísticos más antiguos creado en 1961 por el profesor Wilfrid Dixon de la Universidad de California en Los Ángeles, en la actualidad uno de los más utilizados por sus distintos programas desarrollos como el modelo de Regresión Múltiple, siguiendo el programa 9R del paquete estadístico BMDP.

Metodología

Localización geográfica

El desarrollo de la aplicación se realizó en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – Sena, Apartado, localizado en la subregión de Urabá en el departamento de Antioquia.

Métodos

La aplicación se desarrolló para las plataformas Web y Android, para la web se utilizaron las siguientes herramientas: Sublime Text, PHP, HTML, CSS, JavaScript y MySQL. Y para Android se utilizó la herramienta Xamarin.

Análisis y requerimientos del software

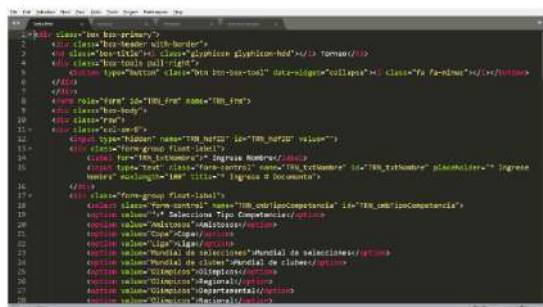
Se realizó un estudio previo donde se analizaron todos los componentes que integran el aplicativo del software y toda la documentación respectiva.

Análisis y diseño de la base de datos

Se realizó el diseño de la base de datos en MySQL con la información obtenida del análisis de requerimiento del software donde la base de datos cuenta con 20 tablas relacionadas

Codificación del software y realización de funciones.

Se inició el desarrollo de la aplicación en las diferentes plataformas virtuales donde se vinculará el software con todos sus componentes. En la figura 2 se observa un ejemplo de la codificación de los algoritmos en Sublime Text, PHP, HTML, CSS, JavaScript.



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Codificación del código de programación
Prueba de funcionamiento y captura de errores y puntos a mejorar

Se realizaron pruebas de campo, donde se analizó el desempeño y la versatilidad del programa en el contexto deportivo, se observó errores, falencias, potencialidades y virtudes del software en instalaciones del Complejo Tecnológico, Agroindustrial Pecuario y Turístico-Sena, Apartadó, en el gimnasio y cancha de fútbol realizando pruebas de campo de todos los componentes del software. En la figura 3 se observa un ejemplo de la prueba de campo.



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Prueba de campo del aplicativo

Corrección de errores e implementación de mejora

Se modificaron los errores y se mejoró la aplicación de acuerdo a lo observado en la prueba de campo, con el equipo de apoyo se decidieron nuevas funciones para la aplicación, por lo tanto, se mejoró la sensibilidad a la aplicación para todos los usuarios, finalizado el desarrollo de ETMOVILTOTAL.

Creación de la interfaz de inicio del aplicativo

Se realizó un diseño web que permite que el usuario pueda visualizar un resumen del aplicativo y ver los planes o servicios que ofrece, de igual forma poder

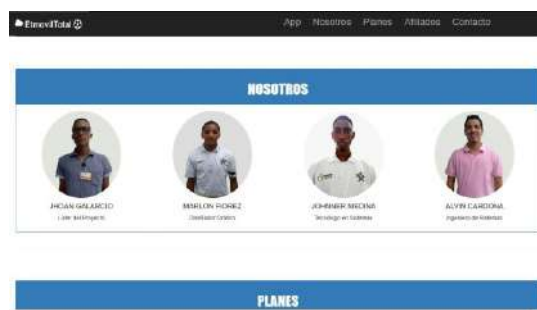
conectar con el administrador de la aplicación para dar sus opiniones sobre EtmovilTotal aplicativo en la figura 4, 5, 6, 7, 8, 9 se puede observar las funciones que tendrá la aplicación.



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Vista publicitaria del aplicativo.

En la figura 5 se puede visualizar el equipo de trabajo que desarrolló el aplicativo.



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Vista del equipo de trabajo de la aplicación

En la Figura 6 se puede visualizar como está separado los planes para la distribución de paquetes del aplicativo con sus diferentes servicios.



Fuente: elaboración propia

Figura 6. Vista de los planes del aplicativo.

En la figura 7 se puede visualizar los nombres de las entidades como clubes, equipos de futbol, entrenadores y institutos de educación que pagan el servicio a la plataforma.



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Vista de los Afiliados a la plataforma.

En la figura 8 se visualiza un panel para que los afiliados y no afiliados se puedan contactar con los administradores de la plataforma.

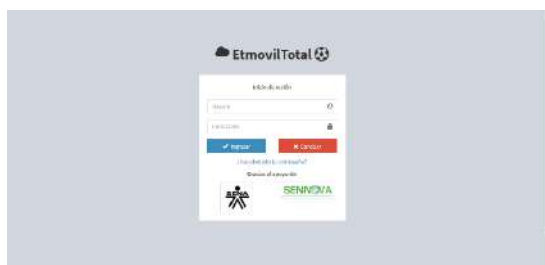


Fuente: elaboración propia

Figura 8. Vista del menú de contacto de la aplicación.

Creación del login de la aplicación

Se realizó el diseño de la parte funcional de login que permite el ingreso del usuario al aplicativo en la figura 9 se puede observar las funciones que tendrá la aplicación.



Fuente: elaboración propia

Figura 9. Diseño de Login del aplicativo

Creación del (diseño e interfaz gráfica del software)

Se realizó un diseño del protocolo de fusión de cada uno de los componentes del software. En figura 10 se puede observar las funciones que tendrá la aplicación. Para optimizar el proceso y fácil uso para los entrenadores.

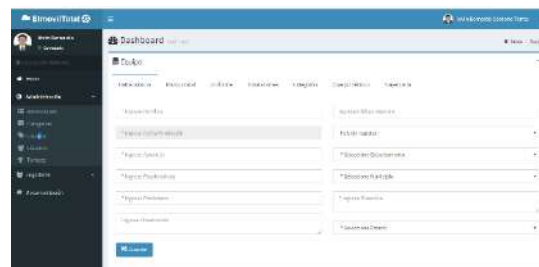


Fuente: elaboración propia

Figura 10. Diseño de las funciones principales de la aplicación

Resultados y diseño de la creación de equipo

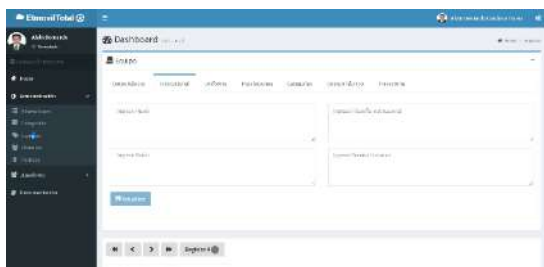
La parte de la creación del equipo permite al entrenador contar con una ventana que le muestra gráficas e información de los datos más importantes del equipo. Los datos más importantes del equipo se dividen en Datos Básicos: nombre, fecha de fundación, Apodo, Propietario, Presidente, Observación, Código de registro, país, Departamento, Municipio, Dirección. En la figura 11 se observa un ejemplo de la ventana de Datos Básicos.



Fuente: elaboración propia

Figura 11. Ventana de Datos Básico

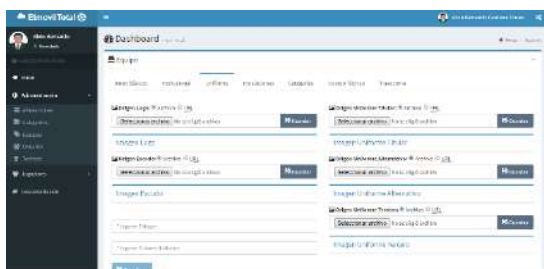
La ventana de institucional le permite al entrenador diligenciar lo que es la misión, visión, filosofía Institucional y la reseña histórica del equipo. En la figura 12 se observa un ejemplo de la ventana de Institucional.



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Ventana de información de la institucionalidad del equipo.

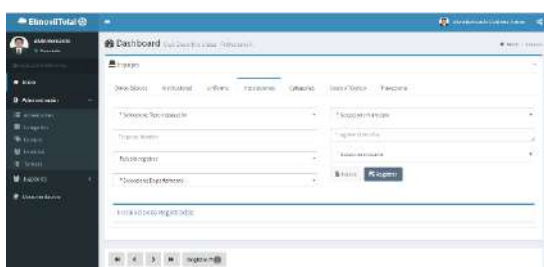
La parte uniforme y logos permite observar toda la parte en imágenes del equipo y el club. En la figura 13 se observa un ejemplo de la ventana de uniforme.



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Ventana de información del logos del equipo, uniforme y escudo.

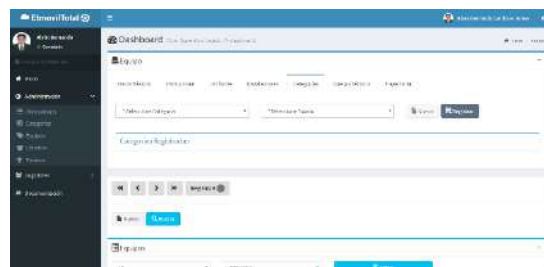
La ventana de instalaciones le permitirá guardar dirección y datos básicos del lugar del club o equipo. En la figura 14 se observa un ejemplo de la ventana de Institucional.



Fuente: elaboración propia

Figura 14. Ventana de la instalación del equipo o club.

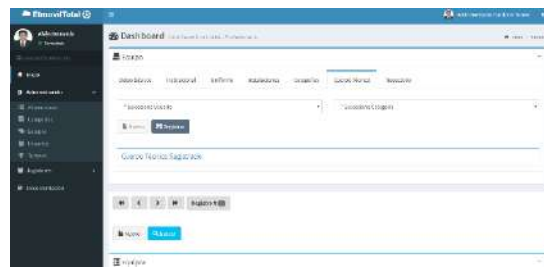
La ventana de categorías permite saber si la categoría está activa o inactiva en ese club. En la figura 15 se puede observar.



Fuente: elaboración propia

Figura 15. Ventana de categoría.

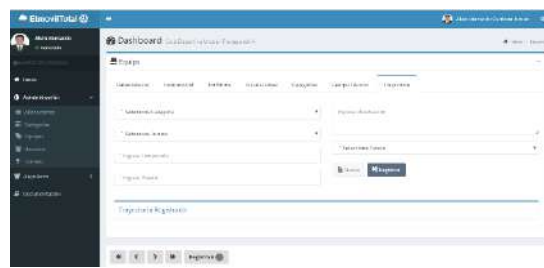
La ventana de cuerpo técnico permite al entrenador almacenar los datos básicos de todo su equipo de trabajo. En la figura 16 se observa un ejemplo de la ventana de Institucional.



Fuente: elaboración propia

Figura 16. Ventana de cuerpo técnico.

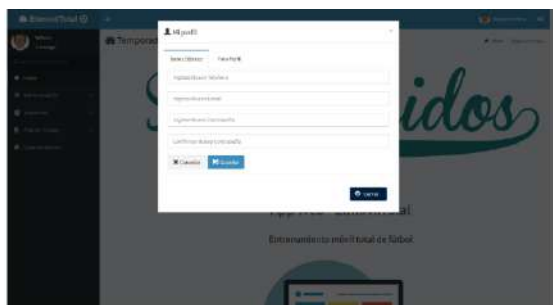
La ventana de trayectoria permite ver toda la historia del club o equipo. En la figura 17 se observa un ejemplo de la ventana de Institucional.



Fuente: elaboración propia

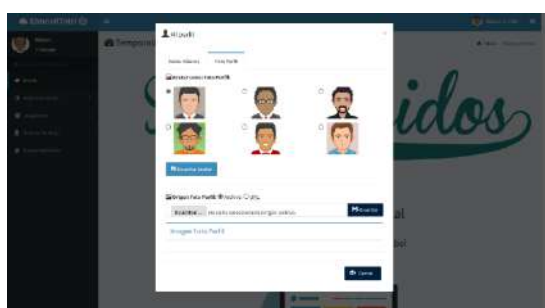
Figura 16. Ventana de trayectoria del equipo.

La ventana de perfil del entrenador permite observar y actualizar los datos del administrador imagen de perfil, email, contraseña y teléfono. En la figura 17 y 18 se puede observar.



Fuente: elaboración propia.

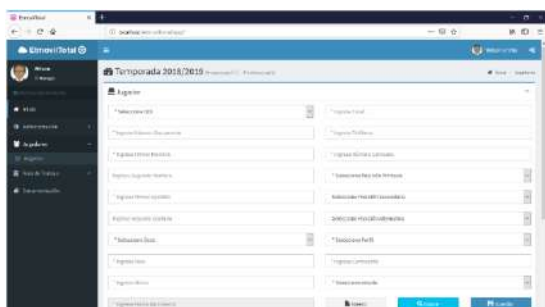
Figura 17. Ventana de perfil del usuario.



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Ventana de perfil del usuario.

La ventana de datos del deportista permite almacenar toda la información básica del deportista. Número de documento, Nombre de jugador, apellido, género, peso, altura, emil, teléfono, numero del uniforme, posición, estado en el club, imagen en tres frentes del deportista e ingresar la historia clínica del mismo. En la figura 19 se puede observar.

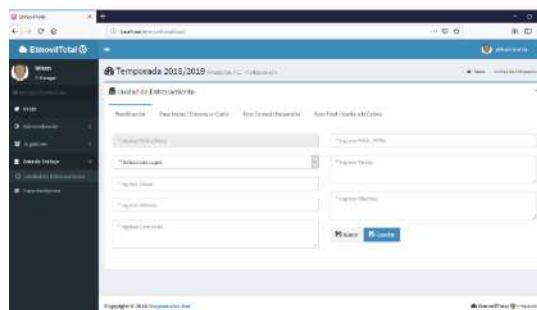


Fuente: elaboración propia.

Figura 19 Ventana datos de deportista.

La ventana de unidad de entrenamiento permitirá elaborar y ordenar la planificación de los entrenamientos, guardando la fecha y día del entrenamiento, lugar de ejecución, etapa, método

contenido, tareas y objetivo de la rutina. En la figura 20 se puede observar.



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Ventana unidad de entrenamientos.

- La aplicación guarda la información y planificación dividida por edades teniendo la posibilidad administrarla y almacenarla de manera segura.
- La aplicación también contiene documentos para el entrenador darle una muestra de las formas de hacer el ejercicio correcto y la mejor interpretación y desarrollo de la jornada.
- La ventana de observaciones le permite al entrenador ingresar falencias del jugador tácticas, físicas o técnicas durante el partido permitiendo leer y analizar lo escrito para generar reportes de acciones de mejora.

Agradecimientos

Se agradece a Dios por la sabiduría y salud, al Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico SENA, a los instructores de la red Deportes y Actividad física especialmente a Fernando Antonio Moya García, al líder de la red de deportes Wilson Urrutia y a Mónica Obregón Barrios líder Sennova, quienes ayudaron a realizar este proceso de investigación formativa con un enfoque innovador para desarrollar habilidades y destrezas que permiten el logro de objetivos para aportar a mi región de Urabá.

Referencias bibliográficas

- Báez, M., Borrego, A., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F. & Torralbo, P. (2012). *Introducción a Android*. (pp.3). (E.M.E. Editorial). Recuperado de <http://ceavitoria.com.es/Sergio/Android/Apuntes/android>.



- Brines, J. (2015). *La importancia del trabajo de coordinación en el fútbol. Young cracks*. Fútbol base en estado puro. Recuperado de <http://www.futbolbaseenestadopuro.com/la-importancia-del-trabajo-de-coordinacion-en-el-futbol/>
- Chapman, S., Derse, E. y Hansen. (2008). *Manual de entrenamiento de futbol. La 84 foundation*. Los Ángeles. EE. UU. 286p. Recuperado de <http://la84.org/wp-content/uploads/2016/09/LA84SpanishSoccerManual.pdf>
- Colome, J. (2017). La revolución de las matemáticas llega al fútbol. Recuperado de: https://elpais.com/deportes/2017/01/06/actualidad/1483670648_357161.html.
- Contreras, F. (2017). *Principios tácticos del futbol*. Entrenadores info. Recuperado de: http://www.escoladefutbol.com/beto/docs/prin_tac/prin_tac.htm.
- Fandiño, J. (2012). Trabajo de fuerza en el fútbol. Recuperado de https://www.futbolsesion.com/images/Trabajo_de_fuerza_en_el_futbol.pdf.
- Federation Internationale de Football Association - FIFA (2011). *Historia del fútbol Los orígenes*. 1994 - 2016 FIFA. Recuperado de <http://es.fifa.com/about-fifa/who-we-are/the-game/index.html>.
- Fútbol formativo. (2011). *Teoría del entrenamiento de la Técnica*. Recuperado de <http://www.futbolformativo.com.ar/2011/01/tecnica.html>
- Galleguillos, R. (2017). Idea de juego, Chile. Recuperado de: <http://www.footballcoach.me/articulos/mode-lo-de-juego/idea-de-juego-2/>.
- Google play Store. (2015). Football Manager App. Recuperado de: <https://addiehu.ehu.es/handle/10810/1587>
- Grassroots (SF) Football for everyone . Recuperado de: <http://grassroots.fifa.com/es/para-entrenadores-educadores-de-futbol/organizacion-de-actividades-de-futbol-base/la-sesion-de-futbol-base/unidad-de-entrenamiento.html>
- Luque, F. (2018). la importancia de los datos estadísticos en el fútbol. Recuperado de: <https://futbolenpositivo.com/datos-estadisticos-en-el-futbol/>
- Palvorino, J. (2018). Planificación en el fútbol. La periodización táctica Recuperado de <https://mundoentrenamiento.com/modelos-planificacion-la-periodizacion-tactica/>
- Soccer Dad, (2018). Soccer; Dad.ForIphone&iPad. Recuperado de <https://www.tacticalpad.com/new/index.php#header15-x>
- Software fútbol, (2017). El mundo del entrenador de fútbol, entrenamiento, técnica, táctica y estrategia. Recuperado de <https://moisesdiazentrenador.com/software-futbol-2>
- TacticalPad. (2018). TacticalPad: tácticas fáciles, análisis, ejercicios y planificación. Recuperado de <https://www.tacticalpad.com/new/index.php#header15-x>
- Vázquez, A. (2014). Análisis del juego a la edición de informes técnicos Preparación futbolística (pp 36). Editor Moreno y Conde Sports, S.L.
- Vera, J. L& Merchán, R. M. (2011). *La planificación contemporánea en el entrenamiento del fútbol*. EFDeportes.com, Revista Digital. 16, N° 155, Abril. Buenos Aires. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd155/la-planificacion-en-el-entrenamiento-del-futbol.htm>.

La investigación social como construcción de paz en el Urabá Antioqueño: Reflexión

Social research as peacebuilding in the Uraba Antioqueño: reflection

Juan Pablo Londoño Palacio^{1*}

Resumen

En el siguiente artículo se da a conocer la importancia de la investigación social, enmarcada en un espacio regional en el cual nos movemos a diario, encontrando la necesidad de abordar diferentes puntos de vista que nos compete a todos desde nuestra realidad cotidiana regional. Estos diferentes puntos de vista comprenden tres autores importantes con sus temas, entre ellos podemos mencionar: elementos centrales de contexto de Nieto, los planteamientos sobre el conocimiento propuestos por Grimson y el análisis regional de García.

Es importante conocer la realidad de nuestra región para así dar solución a cada una de las dificultades que enfrentamos a diario en nuestras localidades, es importante, ya que se aporta al desarrollo regional y a la paz. Los cambios que enfrentamos en el día a día deben ser el resultado de un proceso de investigación que se refleje en cada una de las personas que habitan el territorio, ya que de ellos dependerá el progreso de toda una región.

Los puntos de vista que se analizan en el artículo, de una u otra manera expresan las realidades estudiadas y vividas por cada uno de los autores mencionados. Estas sirven de punto de referencia para aportar a la investigación social y convertir en herramientas que aporten al progreso de una región.

Palabras clave: Investigación social, Urabá, Región, Territorio

Abstract

The following article shows the importance of social research, framed in a regional space in which we change place daily, finding the need to address different points of view that belongs to all from our everyday Regional reality. These different points of view comprise three important authors with their subjects, among them we can mention: central elements of context by Nieto, the approaches on the knowledge proposed by Grimson and the regional analysis by García.

It is important to know the reality of our region in order to solve each one of the difficulties that we face every day in our localities, it is important, since it contributes to the regional development and to the peace. The changes that we face in the day to day must be the result of a research process that is reflected in each one of the people who inhabit the territory, because the progress of an entire region depends on them.

The views that are analyzed in the article, in one way or another express the realities studied and lived by each of the authors, already mentioned, these serve as a reference point to contribute to social research and become them into tools that contribute To a región progress

Keywords: Social research, Urabá, Region, Territory

¹ Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario Y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Grupo de investigación ABIBE Semillero de investigación Procesos Administrativos Sostenibles (PROADS) Tel. 57 (321) 749 8436 jplondono@sena.edu.co

*Autor para correspondencia. Tel 57 (321) 749 8436 jplondono@sena.edu.co (J.P. Londoño-Palacio)



Introducción

A continuación se presenta un panorama general de lo que ha sido la investigación desde una perspectiva nacional traída a lo local, existe una necesidad inmensa de investigar desde lo regional, ya que esta se “configura también a partir de procesos de producción de sentido hechos sobre los lugares, por quienes lo habitan”. (García 2009 p.75)

Existe entonces la necesidad de llevar a cabo estudios socio espaciales, que nos enseñe y nos muestre la manera más responsable, ética de investigar y dar a conocer nuestras realidades desde lo local con claridad y transparencia.

Desarrollo

Colombia es un país enmarcado en realidades sociales desiguales, un país que muestra a diario las diferencias que existen entre sus habitantes que luchan por un mejor mañana. El día a día en Colombia nos enseña que debemos enfrentarnos a lo que la sociedad dirigente ha dejado a nuestra suerte. Nos encontramos ubicados en lugares estratégicos donde la brecha de la separación de clases es tan alta que nos morimos intentando saltarla para mejorar nuestras condiciones de vida.

Nos encontramos en el Urabá Antioqueño, esta región del territorio colombiano está ubicada en uno de los puntos más sobresaliente de la geografía nacional, nos permite ver su belleza, riqueza, biodiversidad, heterogeneidad de sus habitantes, al mismo tiempo que nos permite observar el lado más oscuro de la realidad de todo un país, donde se lucha por mejorar condiciones de vida y vivir en armonía.

Territorio sumergido en un océano de riqueza, que parece indiferente a las realidades que a todo un país y a una región nos atañe. Es importante conocer nuestra región, no borrar nuestra identidad, hacer memoria a diario de sucesos importantes en nuestra actualidad local, es por ello que al investigar se debe escudriñar bien la historia y conocer diferentes puntos de interpretación de esta misma, para que los resultados muestren ser objetivos.

La región del Urabá Antioqueño a orillas del mar Caribe, comprende los departamentos del Choco, Córdoba y Antioquia, habitada por indígenas, afrodescendiente, mestizos y blancos, es quizás una de las regiones más heterogéneas del país de las mariposas de Gabo.

En ésta zona, ya existían pobladores antes de los primeros colonos mestizos que llegaron a la región, estos pobladores iniciales se consideran dueños de una riqueza que los demás habitantes actuales no alcanzan a dimensionar, ya que han borrado la memoria de una historia ancestral por una riqueza material pasajera.

A Urabá han llegado personas desde diferente rincones del país y del mundo, desde la isla de Barú en Cartagena, desde Córdoba, desde el Chocó y desde el interior del departamento de Antioquia, todos llegan por un tesoro, pero lo que encuentran es una realidad diferente a la imaginada inicialmente en sus sueños; sueños inalcanzable en un país de desigualdades, donde la realidades son similares a las que tenían.

Nieto afirma en su libro hacemos memoria: “Urabá está compuesto por 18 municipios: 11 de ellos en Antioquia, 5 en Choco y 2 en Córdoba” (p. 22). Esta región también la podemos dividir en tres subregiones internas, norte, centro y sur, siendo la del centro la más habitada y la que refleja los problemas sociales de toda una región.

Debemos tener conceptos centrales en investigación que nos permita llegar a conclusiones objetivas y reales. “La investigación busca desestabilizar nuestras nociones, nuestros saberes, nuestras creencias y las de otros”. (Grimson, 2002, p. 74)

Al hacer memoria en nuestra región no se puede olvidar que nos movemos en un contexto real que debemos abarcar en su totalidad, si se quiere comprender un poco más la realidad que enfrentamos, es por ellos que debemos abordar aspectos sociodemográficos, partición en política, conflictos, religión, creencias urbanas, educación, esto hace parte de los elementos centrales para conocer nuestra región, que la autora Patricia Nieto menciona en su libro hacemos memoria (2015).

En la actualidad nos enfrentamos a necesidades de investigación real, crítica e independiente, necesitamos dar respuesta a realidades cotidianas que enfrentamos y que no nos está permitiendo avanzar en un marco de legalidad y confianza local. Los valores se han perdido en este trayecto de desarrollo, rescatar y poner en práctica, hace parte fundamental del investigador a la hora de realizar estudios y dar a conocer los resultados de estos mismo.

Ética, política e investigación social es citado por el autor del libro paradojas del conocimiento: valores pluralistas como obstáculo epistemológico (Grimson, 2002), en la actualidad debemos rescatar la investigación social objetiva, tomar todo aquello que



nos ayude a dar respuesta a necesidades sociales, hacer parte de la solución de las problemáticas estructurales que enfrenta toda una región, aportar desde nuestro conocimiento las herramientas necesarias para llegar a resultados satisfactorios.

Si queremos hacer parte fundamental de la historia que vivimos, debemos conocer nuestro pasado y aplicar conocimientos éticos y morales para que nuestro aporte en la investigación nos lleve a soluciones que se vean reflejados en la región, la cual habitamos y en la cual nos movemos a diario. No es fácil enfrentar una realidad en un marco de desigualdad, no es fácil querer llegar a solucionar los problemas que nos ha afectado durante décadas, pero es necesario participar activamente para hacer parte de la solución de los diferentes problemas que enfrentan los habitantes de una región rica y esforzada.

En Urabá nos hemos acostumbrado ver los problemas como si no fueran nuestro, nos hemos acostumbrado a que las soluciones vienen de afuera y no de adentro, es el momento para empezar a ver desde nosotros mismos, es el momento de darle solución desde nuestra historia, desde nuestra investigación, desde hoy, esta será entonces la única manera de cambiar el futuro y enfrentar nuestros miedos al cambio.

Es entonces la investigación, la alternativa más eficiente al momento de emprender nuevos cambios en una sociedad y en una región, ella nos confronta a las realidades olvidadas y nos da las alternativas suficientes para encontrar soluciones sociales.

Conclusión

Existe la necesidad de investigar a diario.

Urabá, región rica en tesoros escondidos, dispuestos a ser investigados e interpretados desde diferentes perspectivas sociales, económicas y políticas.

El concepto de región llevado a lo local es importante para avanzar en problemáticas estructurales de la realidad socio espacial en la cual se mueven diferentes agentes reales.

Se deben abordar en cualquier proceso de investigación, todas las variables posibles. La investigación es un proceso constante que se vive a diario, hay que tomar todo aquello que sea posible para encontrar causas estructurales.

Vivimos en una de las regiones más ricas y mejor ubicada estratégicamente en Colombia, esta nos permite desarrollar ideas de investigación sobre muchos factores de la sociedad.

Bibliografía

- García, Clara Inés (2009). “Nuevo enfoque para el análisis regional, elementos para la discusión” y “Los estudios regionales en Colombia, una crítica desde los estudios Socioespaciales”. En: Universos socioespaciales: procedencias y destinos. Pág 69-85. Bogotá: Siglo del Hombre.
- Grimson, Alejandro (2002). “Paradojas del conocimiento: valores pluralistas como obstáculo epistemológico”. En. Revista Nómadas (Col.), núm 17. Universidad Central. Bogotá, Colombia. Pp 70-78.
- Nieto, Patricia *et al* (2015). En: “Hacemos memoria” Facultad de Comunicaciones, Universidad de Antioquia y Deutsche Welle Akademie.



Fortalecimiento de las habilidades interpersonales, habilidades blandas o Soft Skills, en los aprendices del SENA: Un método grupal como herramienta práctica para el desarrollo del individuo y el colectivo

Strengthening interpersonal skills, soft skills or Soft Skills, in SENA apprentices: A group method as a practical tool for the development of the individual and the collective

Rocío del Carmen Guerrero Pinedo¹, Gabriela Jaramillo Zapata¹

Resumen

Para un buen desempeño en el entorno laboral se requiere preparación técnica, pero también de habilidades interpersonales. Bajo esta premisa, las instituciones de formación para el trabajo como el SENA, deben implementar la enseñanza de estas Soft skills. Este trabajo, describe como la intervención de fichas de formación SENA con antecedentes de conflicto grupal, con el método GIJ (Grupos Intervenidos por Jornada) resultó ser una herramienta útil con la cual, a través de cuatro jornadas de intervención, se logró la evolución en la respuesta del INDIVIDUO y el GRUPO fortaleciendo estas habilidades interpersonales.

Palabras clave: Habilidades Blandas, Soft Skills, Método GIJ, Aprendices SENA, Individuo, Grupo.

Summary

For a good performance in the workplace, technical training is required, but also interpersonal skills. Under this premise, training institutions for work such as SENA, must implement the teaching of these Soft skills. This work, describes how the intervention of SENA training cards with a history of group conflict, with the GIJ method turned out to be a useful tool with which, through four days of intervention, the evolution in the response of the INDIVIDUAL and the GROUP strengthening these interpersonal skills.

Keywords: Soft Skills, Soft Skills, GIJ Method, SENA Apprentices, Individual, Group.

Introducción

En el modelo pedagógico de FPI (Formación Profesional Integral) del SENA, los equipos ejecutores de cada programa, integrados por instructores de los componentes clave y transversal, deben implementar estrategias metodológicas para fortalecer tanto las habilidades duras (Hard Skills), como las blandas (Soft Skills), por lo cual el instructor debe lograr momentos efectivos de reflexión, convivencia, comunicación

asertiva y diálogo, para lograr abarcar diferentes dimensiones del aprendiz.

Este modelo, además, debe estar articulado al Sistema de Gestión de Calidad de la Institución, el cual establece que el eje es el aprendiz, y que como INDIVIDUO es el centro de partida del cual se generan todos los planteamientos, convirtiéndose así en el objeto de estudio de la formación integral. Es así como los aprendices son la sumatoria de las habilidades duras (Hard Skills) y Blandas (Soft Skills);

¹Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario Y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Red de Conocimiento Hotelería y Turismo. Semillero de Investigación INSITU. Grupo de investigación ABIBE Tel. 57 (301) 333 5012. E-mail: rocio.guerrero@misena.edu.co; gjaramilloz@sena.edu.co

*Autor para correspondencia. Tel 57 (301) 333 5012. rocio.guerrero@misena.edu.co (R.C. Guerrero-Pinedo)

no obstante, el ser técnicamente los mejores no significan integralidad, a las diferencias no siempre les aplicamos inteligencia emocional y se pueden presentar conflictos que afectan al INDIVIDUO y como seres sociales al GRUPO. En este marco de referencia, vale la pena preguntarse:

- ¿Qué estamos haciendo por el aprendiz, como individuo, desde la formación impartida a las fichas como grupo?
- ¿Cómo inciden en la adquisición de las Hard Skills de los aprendices SENA, el desarrollo de las habilidades blandas o Soft Skills?
- ¿Qué tipo de método de trabajo GRUPAL puede influir de forma INDIVIDUAL de las habilidades blandas en los aprendices?

Derivado de sesiones de trabajo en las que se quiso dar respuesta a estos interrogantes se diseñó un método como herramienta para el fortalecimiento de habilidades blandas de aplicación GRUPAL, que tuvo como foco el trabajo INDIVIDUAL y la consolidación de la estructura y cohesión GRUPAL. Este enfoque es especialmente importante cuando en el proceso formativo se identifican grupos (Fichas de formación) o individuos (Aprendices) que presentan y/o generan situaciones de conflicto, las cuales terminan por asociarse a los procesos académicos.

En el anterior contexto el método diseñado se denominó Grupos Intervenidos por Jornadas (GIJ) y se enfocó en reforzar los factores críticos positivos (fortalezas) de los individuos no problema y permitirles identificar los riesgos psicosociales del entorno (amenazas); y en la identificación autónoma de factores críticos negativos (debilidades) y las vías de mejora (oportunidades) en los individuos problema. Con este fin, en el presente trabajo se aplicó un método integrativo, basado en la participación activa, para promover la cohesión grupal y la dinamización de las habilidades blandas, en fichas en formación identificadas en conflicto. El objetivo de este trabajo consistió en fortalecer las habilidades blandas (Soft Skills), de los aprendices participantes activos como sujetos-objeto de estudio de las fichas en formación, aplicando el Método GIJ.

Marco teórico

Recientemente, Google publicó los resultados de dos estudios realizados, llamados 'Project Oxygen' y 'Project Aristotle', en los que analizó la información de sus más de 72 mil empleados alrededor de todo el mundo para determinar las cualidades más importantes de un empleado deseable. Este estudio concluyó que

entre las cualidades más importantes, la experiencia y habilidad en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas ocupan los últimos lugares, mientras que las "habilidades blandas", como la comunicación, el buen liderazgo, la comprensión de los valores y puntos de vista de los demás, tener empatía y una naturaleza de apoyo hacia los otros, poseer un buen pensamiento crítico y resolución de problemas habilidades, junto con la capacidad de crear conexiones a través de ideas complejas, ocuparon los primeros 7 puestos (McKeon, 2018). Los anteriores resultados reflejan como en el mundo laboral actual, ser competitivo implica no solo la preparación técnica, intelectual y cultural actualizadas, habilidades que se conocen hoy como hard skills, sino también las habilidades emocionales o soft skills (Ramírez, 2013).

En este contexto cobra gran validez las conclusiones a las que llegan Maya y Orellana (2017), de las cuales vale la pena citar lo siguiente:

“Se evidencia la necesidad de que en los próximos años los gobiernos, colegios, institutos técnicos, universidades, y empresas, se conviertan en socios vitales para la construcción de un sistema de aprendizaje permanente para la vida lo que se traduce en la enseñanza de soft skills. Esto funcionará tanto para los estudiantes como para las economías locales fortaleciéndose así el vínculo entre la educación, los empleadores y las oportunidades de carrera para los estudiantes”.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) es la entidad de formación para el trabajo del Estado colombiano. La cual fue reestructurada por la Ley 119 de 1994, en su artículo 4 ésta señala, que entre otras, es función del SENA “Impulsar la promoción social del trabajador, a través de su formación profesional integral, para hacer de él un ciudadano útil y responsable, poseedor de valores morales éticos, culturales y ecológicos”.

Así mismo, en el Acuerdo 00007 de 2012 se establece “Que el Aprendiz es el centro de la formación profesional integral y es deber del SENA propender por los más altos niveles de excelencia en cumplimiento de la misión y objetivos que le han sido trazados [Así], que, para la convivencia armoniosa de toda comunidad educativa, se requiere el establecimiento y cumplimiento de normas mínimas



de comportamiento y convivencia, concordadas con las disposiciones relativas al proceso de aprendizaje

Con el fin de dar cumplimiento a estas directrices el SENA ha implementado el modelo de Formación Profesional Integral (FPI) el cual propende por fortalecer tanto las Hard skills como las Soft skills. Dentro de este modelo, en la cotidianidad del ejercicio pedagógico encontramos que los equipos pedagógicos, diseñan y aprovechan múltiples métodos y herramientas para impartir y reforzar las Hard Skills, ya que estos conocimientos son adquiridos y memorizados por el individuo a lo largo de los años de formación. Estos métodos incluso incluyen formas de enseñanza grupal en las que cada individuo adquiere y mejora sus Hard skills sin que sea necesario que el instructor cambie o ajuste su método de enseñanza acorde a cada uno de los individuos del grupo en el que da formación. Sin embargo, en el caso de las habilidades blandas, los instructores cuentan con pocas, si alguna herramienta, que pueda servirles para que aplicada de forma grupal se pueden entrenar las Soft skills.

Es bien sabido que el trabajo de las Soft skill requiere que cada individuo tome una postura reflexiva, sobre su propio ser, su actuar, su interrelacionar y su entorno. Por esto lograr espacios académicos dentro de los cuales se alcance una sensibilización propia de cada aprendiz, es una tarea bastante compleja. Este escenario evidencia la necesidad de implementar métodos que sirvan como herramientas para la mejora y el desarrollo de Soft skills. Diversos estudios han revelado cómo la implementación de herramientas para trabajar las habilidades blandas ha generado buenos resultados, cuando se adaptan al contexto de las personas e individuos que son intervenidos (Ortega, 2016). Por tal motivo, debido a que los aprendices SENA, provienen de diversos contextos culturales y sociales, sus necesidades y expectativas varían mucho. De este modo, como lo plantean Bassi y cols (2012) la mejor estrategia a aplicar para el desarrollo de las habilidades blandas o Soft skills, pudiera ser aplicar una variedad de intervenciones, que apunten a diversos componentes del ser, estableciendo como regla que esas intervenciones sean importantes, de calidad, puedan ser bien implementadas en el entorno de aprendizaje y que cuenten con un método que permita su evaluación sistemática.

Metodología

La validación del método se realizó mediante pruebas piloto en fichas con registro de actitudes conflicto. Es estos se buscó determinar la respuesta de los INDIVIDUOS “problema” y los “no problema”, al uso de una estrategia GRUPAL. El método consistió en la realización de intervenciones semanales, llevadas a cabo en contrajornada de la ejecución de la FPI; en las que mediante un trabajo activo tipo taller con actividades GRUPALES e INDIVIDUALES, se trabajó en cuatro dimensiones del ser (axiológica, antropológica, sociológica y física).

Cada jornada de intervención se valoró mediante observación directa por un Tallerista/Dinamizador previamente capacitado en el método (TD-GIJ) y por un Psicólogo. Adicionalmente, según la dimensión a trabajar, la jornada se acompañó de un profesional experto. La intervención se inició con un encuentro de sensibilización en el que se socializaron contenidos y dinámicas de trabajo, y continuó con la realización de las siguientes jornadas:

- Jornada 01: Dimensión axiológica-Ser Espiritual. Profesional acompañante: Capellán o Líder Espiritual
- Jornada 02: Dimensión antropológica -Ser Persona/Individuo. Profesional acompañante: Psicólogo(a)
- Jornada 03: Dimensión sociológica - Ser Social. Profesional acompañante: Trabajador(a) Social
- Jornada 04: Dimensión Física-Ser Corporal. Profesional acompañante: Experto en Deportes/Recreación

Las actividades de jornadas 01 a 03 se desarrollaron tipo indoor training (en ambientes cerrados) y la jornada 04 tipo outdoor training (al aire libre), en ambos casos se requirió que los espacios estuvieran libres de contaminación visual y auditiva para favorecer el Desarrollo Humano Integral.

Posterior a cada jornada el equipo de profesionales participantes de la misma realizó una socialización de los resultados y un seguimiento a las fichas intervenidas evaluando dos aspectos: los reportes que de cada ficha realizó el equipo ejecutor del programa de formación, en cuanto a desempeño académico, respuesta actitudinal y las observaciones individuales de aprendices de dichas fichas, y realizando entrevistas individuales, así como observaciones directas del comportamiento de individuos y grupo.

Los grupos intervenidos estuvieron conformados por la totalidad de los aprendices sujetos-objeto de estudio de fichas en formación de entre 10 y 35 aprendices.

Desde el punto de vista del diseño, el estudio puede caracterizarse de la siguiente manera:

Tabla 1. Caracterización del diseño metodológico

Enfoque	Cualitativo
área de investigación	ciencias humanas sociales y
paradigma	histórico hermenéutico interpretativo
tipo de investigación	Descriptivo
herramienta metodológica	Iap (por observación directa)
foco	transformación social
técnica	observación y diario de campo

Resultados

El seguimiento al desempeño colectivo de las fichas intervenidas, reveló que la efectividad del método depende en primera instancia de la aceptación por parte del aprendiz, de la participación completa en la dinámica. Es así, como en fichas en donde la aceptación a nivel individual no fue completa, el proceso resultó en estancamiento y retroceso. En este mismo contexto, las fichas en las que la sensibilización logró la apertura y aceptación completa del individuo, resultaron en claras mejorías en el contexto comportamental, comunicativo y de cohesión a nivel grupal. Se evidenció que dar el primer paso fue traumático para algunos aprendices, por el mismo entorno en el que se desenvuelven. Y que en especial los “individuos problema” manifestaban sentirse temerosos en permitir que sus debilidades, resultaran expuestas. Sin embargo, la respuesta grupal fue clave para motivar a estos individuos a responder de manera positiva a la intervención y finalmente participar en la dinámica del trabajo propuesto. Esto ocurrió principalmente en para las primeras dos jornadas.

Para la mayoría de las intervenciones la realización del DOFA personal resultó en una oportunidad para abrirse a espacios que siempre estaban cerrados para sí mismos.

Conclusiones y reflexiones

El método GIJ creó y/o generó el escenario propicio para conocerse, explorar, compartir experiencias de vida y para la vida. A través de las sesiones se logra la

evolución en la respuesta del INDIVIDUO y el GRUPO pasando de sentirse amenazados y temerosos de mostrar a otros sus puntos vulnerables, hasta la aceptación completa de sus aspectos a trabajar y la posterior decisión autónoma de ser sujetos activos y no pasivos. Esto basado en la generación de un entorno de confianza y seguro.

Es así como a través de la aplicación del método se vivenció en las fichas intervenidas lo expresado por Alcalde (2012):

“Cuando emparejamos nuestras habilidades hard con las soft, abrimos el abanico de nuestras posibilidades de interacción e interrelación...y ese pasar de la teoría a la práctica requiere de un espacio o entorno en el que el aprendizaje y el compartir conocimientos y experiencias puedan darse entre pares y en confianza”.

Para redimensionar los proyectos de vida es necesario establecer las habilidades blandas (Soft Skills) ya que estas se relacionan con diferentes ámbitos del ser humano (Tabla 2) y por ende tienen un alto impacto en su éxito como INDIVIDUO y en sus relaciones como parte de un GRUPO.

Tabla 2. Habilidades interpersonales y su relación con los diferentes ámbitos humanos

Ámbito	Soft Skills Relacionadas
Social	Tejido social, confianza, empatía, humildad, integridad, pasión
Ambiental	Responsabilidad personal y social, capacidad de reflexión, autonomía, autorregulación, coherencia
Tecnológico	Curiosidad, autenticidad, interés, motivación intrínseca, capacidad de síntesis y de argumentación, lógica divergente
Económico	Proactividad, capacidad de atención y de escucha, gestión del tiempo, autoliderazgo, aprendizaje continuo

El método sin embargo presenta un principal riesgo asociado y es que la intervención revele un “falso positivo” referido a la posibilidad de que que los aprendices sujetos-objeto de estudio de las fichas en formación, no presenten o muestren su verdadera realidad, durante el ejercicio.



Referencias bibliográficas

e_empresarial/article/view/426/420
[Consultado 1 May 2018].

Acuerdo 007 de 2012 [Servicio Nacional de Aprendizaje SENA]. Por el cual se adopta el reglamento del Aprendiz SENA. Mayo 3 de 2012. DO. N° 48.419.

Alcalde, I. (2012). Soft skills: habilidades blandas en las organizaciones. [en línea] ignasialcalde from data to knowledge. Disponible en: <https://ignasialcalde.es/soft-skills-habilidades-blandas-en-las-organizaciones/> [Consultado 25 Apr. 2018].

Bassi, M., Busso, M., Urzúa, S., and Vargas, J. (2012a). Desconectados: Habilidades, educación y empleo en América Latina. Washington, DC: Inter-American Development Bank.

Ley 119 de 1994. Por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones. Febrero 9 de 1994. DO. N°41.216.

Maya, M. T., y Orellana, B. S. (2017). Desarrollo de soft skills una alternativa a la escasez de talento humano. INNOVA Research Journal, 1(12), 59-76.

McKeon, E. (2018). English Majors Among Most Desirable Employees, says Google. [en línea] Bookstr. Disponible en: <https://www.bookstr.com/english-majors-among-most-desirable-employees-says-google> [Consultado 30 May 2018].

Ortega Goodspeed, T. (2016). Desenredando la conversación sobre habilidades blandas. El diálogo liderazgo para las Américas. [en línea] Washington: Banco de Desarrollo de América Latina, pp.1-28. Disponible en: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/4844/Desenredando%20la%20conversaci%C3%B3n%20sobre%20habilidades%20blandas.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado 11 May 2018].

Ramírez Ojeda, L. (2013). Liderazgo resonante y Soft skills: consideraciones desde la formación profesional. Horizonte Empresarial, [en línea] 11, pp.91-94. Disponible en: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Horizont>

Revista Urabá: Ciencia y Desarrollo



Normas para los colaboradores

1. Generales

La Revista Urabá Ciencia y Desarrollo del Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico - SENA es un medio de difusión de carácter técnico – científico arbitrado a partir de investigación formativa, aplicada y desarrollo experimental, con periodicidad anual, cuya misión es la divulgación permanente de la producción intelectual, dirigida a presentar nuevos aportes de conocimiento. Los trabajos recibidos deben ser originales e inéditos, no deben haber sido publicados total o parcialmente con anterioridad en ningún otro medio impreso o electrónico, ni propuestos simultáneamente en otras publicaciones.

La revista considera para su publicación trabajos en diferentes temáticas y áreas del conocimiento, teniendo en cuenta la importancia de divulgar los resultados de los procesos de investigación de aprendices, instructores, administrativos, empresas, investigadores externos y demás interesados en presentar sus productos de investigación a través de un medio impreso. El número de investigadores co-autores no debe ser superior a seis (6). Los trabajos serán aceptados de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Título del documento
2. Profundidad del tema
3. Resumen
4. Palabras clave
5. Introducción
6. Organización del documento
7. Claridad del discurso
8. Generación de nuevo conocimiento
9. Aportes al sector, región o área que pertenece
10. Contribución a futuras investigaciones
11. Proceso metodológico
12. Originalidad
13. Interpretación y análisis de resultados
14. Pertinencia de los resultados y discusión
15. Conclusiones y/o recomendaciones
16. Referencias bibliográficas pertinentes y adecuadas para la temática
17. Pertinencia del tema investigado
18. Cumplimiento de las normas de la revista
19. Organización y buen uso de citas bibliográficas
20. Apreciación general de los evaluadores

El Comité Editorial realiza una presentación de artículos según la pertinencia de su contenido y los mismos son evaluados por un Comité evaluador, constituido por profesionales y expertos en los temas desarrollados, quienes formulan las observaciones convenientes y necesarias según sea el caso, las cuales deben ser acogidas de acuerdo a las sugerencias presentadas.

El Comité de edición con base en la revisión de estilo, hace las correcciones pertinentes a los artículos, respetando la idea original del autor. La aceptación de los trabajos queda sujeta a la decisión del Comité Editorial. Una vez aprobados, los artículos pasan a ser propiedad de la revista. La Revista no se hace responsable por las opiniones emitidas por los autores. La recepción de artículos se hace durante todo el año.

Presentación de los artículos

Los interesados en publicar en la Revista Urabá Ciencia y desarrollo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) deben enviar sus trabajos al E-mail: revistauraba@sena.edu.co

1. El artículo debe acompañarse de una breve reseña curricular del (los) autor(es) que incluya: nombre(s) y apellido(s), institución a la que pertenece, dirección e mail. Un dato de contacto.
2. El (los) autor (es) debe(n) entregar un (1) original de su artículo debidamente identificado. Dicho trabajo se presenta en formato digital o impreso a una sola cara, en papel bond tamaño carta y en versión digital, procesada en Microsoft Word.
3. La extensión de los trabajos no puede ser mayor a 22 páginas, ni menor de 10, la cual incluye portada, resumen en español e inglés, introducción, cuerpo del trabajo, metodología, resultados y discusión, conclusiones recomendaciones, gráficos, tablas, ilustraciones, referencias bibliográficas, entre otros. La revista puede considerar la publicación de trabajos de mayor extensión si es necesario.
4. Los trabajos deben cumplir con los siguientes aspectos formales: Tipografía recomendada: Times new Roman, estilo de fuente: normal; tamaño de la letra: 10 puntos; interlineado: sencillo; alineación: párrafos justificados; sangría: cinco espacios; márgenes del



documento uniformes: 2.4 cm. en la parte superior, inferior, derecha e izquierda de cada página. Cada página del artículo debe estar correctamente enumerada en la parte inferior derecha.

Normas para los colaboradores- Autores

El artículo presentará las siguientes secciones fundamentales:

1. **Título:** Enuncia de manera concisa, clara y explicativa el contenido del artículo. Su extensión no debe excederse de 22 palabras. Evitar el uso de abreviaturas, paréntesis o caracteres desconocidos.

Autores: Indicar los nombres y apellidos completos, sin colocar títulos profesionales.

Direcciones: Se debe escribir la dirección completa, teléfonos, correo electrónico de la institución donde realizó el trabajo, y aquellas a las cuales pertenecen los autores, indicando con símbolos apropiados a qué autor corresponden. Indicar además el autor principal a quien se le debe dirigir la correspondencia. Enviar una breve reseña curricular de cada autor.

2. **Resumen:** Condensa en un máximo de 400 palabras, de manera precisa, el contenido básico del trabajo. Sus aspectos fundamentales corresponden a: exponer los principios objetivos y la importancia de la investigación, describir la metodología empleada, sintetizar los resultados y presentar las conclusiones más relevantes. Debe presentarse en español traducido al idioma inglés (Abstract).

Palabras clave: Incorporación de un máximo de tres a cinco (3-5) palabras clave que exponen los elementos fundamentales del artículo. Sirven para agilizar la búsqueda del trabajo en base de datos. Deben estar también en inglés en el Abstract

3. Cuerpo del documento

Introducción: Expone el propósito del artículo y aporta al lector la información necesaria para comprender el contenido y la temática del estudio. Plantea los objetivos principales y aportes más relevantes del trabajo y describe la estructura general de los aspectos que contiene el cuerpo del artículo.

Desarrollo: Se presentará en divisiones identificadas con subtítulos o secciones si es necesario. Esta parte del trabajo incluye: Fundamentación teórica si es

necesario, conceptos relevantes y estado del arte según el tema de trabajo.

Métodos: debe contener el contexto o espacio en el cual se desarrolló el estudio, diseño, población y muestra, y el análisis estadístico de los datos. Descripción de los métodos o procedimientos realizados para el desarrollo de la investigación.

Resultados: Describe los hallazgos más relevantes del estudio y resume los datos e información recolectada. Los resultados deben ser presentados de manera organizada en texto, tablas, figuras, gráficos, según la metodología. La discusión o confrontación con resultados de otros autores debe ser coherente, actualizada y pertinentes de acuerdo al tema.

Discusión: Los resultados aportan al sector, región o área de trabajo, los análisis contribuyen a la generación de nuevo conocimiento. Muestra las relaciones entre los hechos observados y en dicha sección se examinan e interpretan los resultados obtenidos en la investigación. Además, resume las pruebas que respaldan cada conclusión. Además, se hace confrontación con los resultados obtenidos por otros autores de otras investigaciones en referencia. Es importante aclarar el aporte que hace la investigación para la región, el país, el centro de formación SENA, las empresas, instituciones y la comunidad en general.

Conclusiones y recomendaciones: Presenta una versión condensada de las secciones del artículo y de los resultados clave, y está directamente relacionada con los objetivos que se mencionaron en la introducción. Además, se pueden hacer recomendaciones si es necesario.

Bibliografía citada: Debe ser adecuada, pertinente, actualizada y estar estrictamente referenciada en el texto. Asimismo, las citas bibliográficas textuales cortas pueden incorporarse en el texto entre comillas dobles. Si tienen más de cuarenta palabras, se ubicarán en un bloque de texto o párrafo aparte, con interlineado a un espacio y con sangría al margen izquierdo. Para citar textualmente al autor se indicará apellido, seguido de coma, año de publicación de la obra y el número de la página; todos estos datos se escriben entre paréntesis, ejemplo: (Martínez, 2013, p. 12). En caso de varios autores se considerará el estilo: (Hernández et al., 2013, p.67). Si es un parafraseo solo se cita Apellido del autor y año: (Pérez, 2015) y si son varios autores (Ramírez et al., 2012). Si es una entidad, institución o empresa por primera vez se escribe el nombre completo con la sigla. Ejemplo: (Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA, 2014), si hay posteriores citas se escribe solo la sigla, Ejemplo:

(SENA, 2014). Sin son dos autores (Pérez & Martínez, 2012) o Pérez y Martínez (2012), según sea el caso, al redactar el documento.

Referencias bibliográficas: Deben ser de recientes y pertinentes según sea el tema y los conceptos. Limitarse exclusivamente a fuentes citadas en el trabajo, escribirse en orden alfabético y de acuerdo con las normas establecidas por la American Psychological Association (APA). A continuación, se presentan algunos ejemplos de las referencias:

Libros: Apellido del autor, Inicial del nombre. (Año). Título del libro (Edición). Ciudad, País: Editorial y páginas. Ejemplo: Ramírez, M. (2006). *Importancia de la investigación aplicada*. (7ª ed.). Medellín: Editorial Mcgraw-Hill. 77p.

Capítulo de libro: Apellido del autor del capítulo, Inicial del nombre. (Año). Título del capítulo. En: Título del libro. Apellido del autor del libro, Inicial del Nombre (comp.). (p.x-x) Ciudad, País: Editorial.

Ejemplo: Tamayo, P. (2008). *Enfermedades y desordenes abióticos*. En: Tecnología para el cultivo del aguacate. J. A. Bernal E. y Cipriano A. Díaz D. (Eds), *Tecnología para el cultivo del Aguacate*. (p.155-195). Corpoica. Rionegro-Antioquia. Producciones.

Revista (impresa): Apellido del autor, Inicial del nombre. (Año). Título del artículo. Nombre de la Revista, Volumen, Número, páginas que comprende el artículo precedidas por p. Lugar de publicación.

Ejemplo: Ochoa, Y., Cerna, E., Landeros, J., Vásquez, O., Olalde, V. & Flores, A. (2009). *Diversidad genética de *Phytophthora cinnamomi* Rands de aguacate en México, por medio de RAPD*. Revista Internacional de Botánica Experimental. Vol. 1 N° 78. p.28-30. México.

En todos los casos en que la publicación del artículo o documento consultado es en línea se debe anexar el recuperado de: poner el link de donde se consultó y fecha de recuperación, por ejemplo: Recuperado de: www.centroinvestigacionydesarrollo.com/aplicaciones [Marzo 13, 2016]

Ponencias: Apellido del autor, Inicial del nombre. (Año). Título de ponencia. Nombre del Evento e institución organizadora en negrita. Ciudad y país. Ejemplo: Obregón, M. (2009). El cultivo del aguacate. Primer seminario de Biotecnología. SENA. Apartadó Antioquia.

Los referentes bibliográficos deben tener sangría especial- Sangría francesa y en orden alfabético. Las tablas, figuras, gráficos e ilustraciones deben incorporarse como parte del artículo si contienen información verdaderamente relevante, mostrando valores numéricos, tendencia de los datos, representaciones gráficas del entorno en el cual se basó el estudio. Se identificarán de manera consecutiva con números arábigos. Las tablas tendrán numeración y título en la parte de arriba. Y la figuras numeración y título en la parte de abajo.

4. Evaluación

Los trabajos que cumplan con las normas generales y de presentación de la Revista, serán sometidos a evaluación, mediante el método “doble ciego”, en el cual se considera de carácter confidencial la identidad del (los) autor (es) y del (los) evaluadores (s). El proceso de arbitraje es realizado por dos expertos en las respectivas áreas temáticas desarrolladas en los trabajos. Los aspectos a considerar por los evaluadores para realizar la correspondiente evaluación académica son los mencionados anteriormente. Dichos criterios serán evaluados según la escala de estimación, representada por las siguientes categorías: Excelente, bueno, regular y deficiente. Los evaluadores deberán presentar las observaciones respectivas que respalden plenamente su evaluación. El Comité Editorial podrá emitir cualquiera de los siguientes tipos de veredictos finales, de acuerdo con la opinión emitida por los expertos:

- **Publicable tal y como está presentado:** el documento es satisfactorio según pertinencia del tema y normas de la revista.
- **Publicable con algunas modificaciones:** El artículo requiere algunas correcciones en cuanto a la presentación formal y redacción, tener en cuenta las observaciones de los evaluadores.
- **Publicable con modificaciones sustanciales:** Se sugieren cambios fundamentales de forma y fondo, relacionados con la correspondencia del artículo y la Revista. De igual manera, se propone profundizar sobre el tema, manejo de referencias teóricas o citas actuales, reestructuración de los aspectos metodológicos y generación de propuestas y aportes significativos.

- **No publicable:** El documento carece de rigor científico y amerita correcciones que implican una reformulación completa de su contenido.



Revista Urabá,
Ciencia y Desarrollo



Complejo Tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico - Apartadó

REVISTA URABÁ CIENCIA Y DESARROLLO



SENA - Regional Antioquia

ISSN: 2665-1599

ISBN: 978-958-15-0308-7



SENA Comunica



SENA

