

# TECNOCIENCIA

## Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades  
Universidad Autónoma de Chihuahua

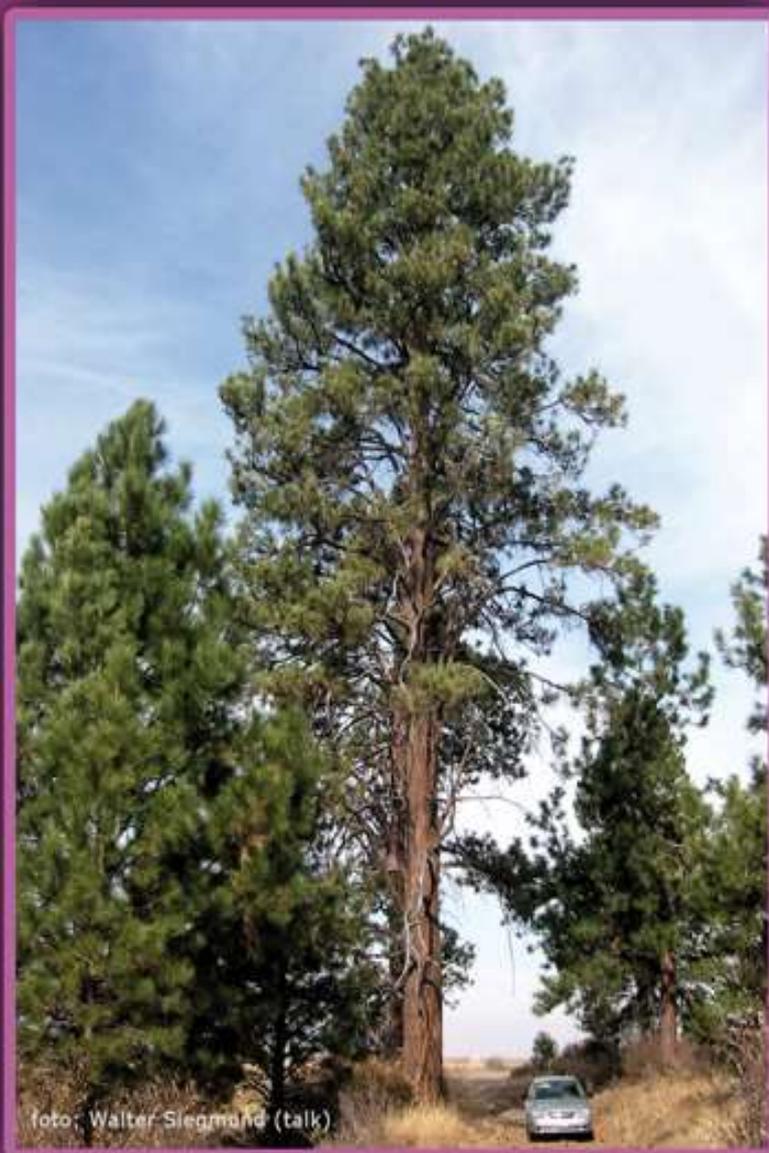


foto: Walter Siegmund (talk)

Components of phenotypic variance of seed traits and germination characteristics of 20 ponderosa pine half-sib families



Efecto de la temperatura y humedad en piel y vías respiratorias de trabajadores de un rastro



foto: Cjboffoli

Estándares Nutricionales Foliare para Arándano (*Vaccinium corymbosum* L) en Chihuahua



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

M.E. LUIS ALBERTO FIERRO RAMÍREZ  
*Rector*

M.C. JAVIER MARTÍNEZ NEVÁREZ  
*Secretario General*

M.E. ALFREDO RAMÓN URBINA VALENZUELA  
*Director de Investigación y Posgrado*

M.C. FRANCISCO MÁRQUEZ SALCIDO  
*Director Administrativo*

M.A.V. RAÚL SÁNCHEZ TRILLO  
*Director de Extensión y Difusión Cultural*

M.A. HERIK GERMÁN VALLES BACA  
*Director Académico*

M.I. RICARDO RAMÓN TORRES KNIGHT  
*Director de Planeación y Desarrollo  
Institucional*



DR. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA  
*Editor en Jefe*

DR. ÓSCAR ALEJANDRO VIRAMONTES OLIVAS  
*Editor adjunto*

M.E.S. NANCY KARINA VENEGAS HERNÁNDEZ  
*Procesos Editoriales*

PEDRO AMAYA ITURRALDE  
*Procesos Técnicos*

MTRO. IVÁN DAVID PICAZO ZAMARRIPA  
*Cuidado de la Edición*

#### EDITORES ASOCIADOS

DR. FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA

DRA. MARÍA ELENA FUENTES MONTERO

DRA. LAURA CRISTINA PIÑÓN HOWLET

DR. JAVIER TARANGO ORTIZ

DRA. GUADALUPE VIRGINIA  
NEVÁREZ MOORILLÓN

DR. FRANCISCO ALBERTO PÉREZ PIÑÓN

DR. IGNACIO CAMARGO GONZÁLEZ

DRA. MARGARITA LEVARIO CARRILLO

# TECNOCENCIA Chihuahua

## Consejo Editorial Internacional

DR. GUILLERMO FUENTES DÁVILA

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DR. VÍCTOR ARTURO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

*Colegio de Posgraduados, México*

DR. JOHN G. MEXAL

*New Mexico State University, Estados Unidos de América*

DR. ULISES DE JESÚS GALLARDO PÉREZ

*Instituto de Angiología y Cirugía Vascular, La Habana, Cuba*

DR. HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

*Universidad Autónoma de Nuevo León, México*

DRA. ELIZABETH CARVAJAL MILLÁN

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., México*

DR. ALBERTO J. SÁNCHEZ MARTÍNEZ

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México*

DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ

*Instituto Politécnico Nacional, México*

DR. LUIS FERNANDO PLENGE TELLECHEA

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México*

DR. HÉCTOR OSBALDO RUBIO ARIAS

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DRA. ANGELA BEESLEY

*University of Manchester, Reino Unido*

DR. LUIS ALBERTO MONTERO CABRERA

*Universidad de La Habana, Cuba*

DR. RICARD GARCÍA VALLS

*Universitat Rovira I Virgili, España*

DR. LUIZ CLOVIS BELARMINO

*Faculdade Atlantico Sul, Brasil*

TECNOCENCIA-Chihuahua. Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades. Volumen XII, Número 3. Septiembre-Diciembre 2018. Publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Editor en Jefe: Dr. César Humberto Rivera Figueroa. ISSN: 1870-6606. ISSN Difusión Vía Red de Cómputo: En trámite. Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2018-070312595700-203. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 11441. Clave de registro postal PP08-0010. Domicilio de la publicación: Edificio de la Dirección de Investigación y Posgrado, Ciudad Universitaria s/n, Campus Universitario I. C.P. 31170, Chihuahua, Chihuahua, México. Oficina responsable de la circulación: Dirección de Investigación y posgrado, Ciudad Universitaria, Campus Universitario I. C.P. 31170. Imprenta: Carmona Impresores. Tiraje: 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar en Chihuahua: \$60.00 Costo de la suscripción anual: México, \$200 (pesos); EUA y América Latina, \$35 (dólares); Europa y otros continentes, \$40 (dólares). La responsabilidad del contenido de los artículos firmados es de sus autores y colaboradores. Puede reproducirse total o parcialmente cada artículo citando la fuente y cuando no sea con fines de lucro.

Teléfono: (614) 439-1500 (extensión 2209), e-mail: [tecnociencia.chihuahua@uach.mx](mailto:tecnociencia.chihuahua@uach.mx) Página web: <http://tecnociencia.uach.mx> Nuevo portal: [vocero.uach.mx](http://vocero.uach.mx)

## Contenido

<b>Definición de la revista</b>	I	Dinámica poblacional del pez Haemulon melanurum (Teleostei: Haemulidae) del archipiélago Los Frailes, Venezuela	
<b>Editorial</b>	II	<i>Luisa Rodríguez, Nora Eslava, L. Walter González, Francisco Guevara</i>	
<b>El científico frente a la sociedad</b>			<b>160</b>
¿Qué relación existe entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid? <i>Irma Ofelia Maya-Meraz, Ramona Pérez-Leal</i>	<b>134</b>	<b>Economía y Administración</b> Revisión de la literatura de clima organizacional, estado del arte <i>Argenis Iván Mejía-Chavarría,</i>	<b>170</b>
<b>Salud y Deporte</b> Efecto de la temperatura y humedad en piel y vías respiratorias de trabajadores de un rastro <i>David Picazo, Leopolda González-González, Gabriel Barrio-Echaverría, Dagoberto Pérez-Piñón</i>	<b>143</b>	<b>Alimentos</b> Estándares nutricionales foliares para arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) mediante diagnóstico diferencial integrado (DDI), en Chihuahua <i>Rosa María Yáñez-Muñoz, Juan Manuel Soto-Parra, Ramona Pérez-Leal, Francisco Javier Piña-Ramírez, Angélica Anahí Acevedo-Barrera</i>	<b>182</b>
<b>Medio ambiente y Desarrollo sustentable</b> Components of phenotypic variance of seed traits and germination characteristics of 20 ponderosa pine half-sib families <i>César Humberto Rivera-Figueroa, John G. Mexal, Deniss L. Clason</i>	<b>150</b>		

## Definición de la Revista *TECNOCIENCIA* Chihuahua

TECNOCIENCIA Chihuahua es una publicación científica arbitrada de la Universidad Autónoma de Chihuahua, fundada en el año 2007 y editada de forma cuatrimestral. Está incluida en los siguientes índices y directorios:

- LATINDEX, Catálogo de revistas científicas de México e Iberoamérica que cumplen con criterios internacionales de calidad editorial.
- PERIÓDICA, la base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.
- CLASE, la base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencias sociales y humanidades.

### Objetivos

Servir como un medio para la publicación de los resultados de la investigación, ya sea en forma de escritos científicos o bien como informes sobre productos generados y patentes, manuales sobre desarrollo tecnológico, descubrimientos y todo aquello que pueda ser de interés para la comunidad científica y la sociedad en general. También pretende establecer una relación más estrecha con su entorno social, para atender a la demanda de los problemas que afectan a la sociedad, expresando su opinión y ofreciendo soluciones ante dicha problemática. La revista *TECNOCIENCIA* Chihuahua se publica cuatrimestralmente para divulgar los resultados de la investigación en forma de avances científicos,

desarrollo tecnológico e información sobre nuevos productos y patentes. La publicación cubre las siguientes áreas temáticas: Alimentos, Salud y deporte, Ingeniería y Tecnología, Educación y Humanidades, Economía y Administración, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Creatividad y Desarrollo Tecnológico.

### Visión

Mejorar de manera continua la calidad del arbitraje de los artículos publicados en la revista, proceso que se realiza en forma anónima bajo el sistema de doble ciego. Conformar el Consejo Editorial Internacional y cada Comité Editorial por área del conocimiento de la revista, incorporando como revisores a investigadores del país y del extranjero adscritos a instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, que son reconocidos como académicos y científicos especializados en su campo.

### Tipos de escritos científicos

En la revista se publican las siguientes clases de escritos originales: artículos científicos en extenso, notas científicas, ensayos científicos y artículos de revisión.

### A quién se dirige

A académicos, científicos, tecnólogos, profesionistas, estudiantes y empresarios

# Editorial

Los aminoácidos leucina, isoleucina, triptófano, metionina, cisteína y fenilalanina inciden en las cualidades aromáticas de la uva para vino. Su calidad aromática también depende de la variedad, manejo agronómico y factores edafo-climáticos. El objetivo del ensayo ¿Qué relación existe entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid? lo que podría beneficiar al viticultor en el manejo apropiado del viñedo para la obtención específica de ciertos compuestos.

Afecciones respiratorias y de la piel son frecuentes en trabajadores de los rastros de ganado, donde se manejan ambientes fríos y húmedos. Los autores del artículo “Efecto de la temperatura y humedad en la piel y vías respiratorias de trabajadores en un rastro”, determinaron que existe una relación entre los procesos del rastro donde las temperaturas son frías, y la aparición de alergias respiratorias y eccema en piel de los trabajadores expuestos. Además de la exposición, los ambientes fríos y condiciones de humedad representan una exigencia adicional para la labor de estos trabajadores.

En el artículo “*Components of phenotypic variance of seed traits and germination characteristics of 20 ponderosa pine half-sib families*”, se describe un estudio para estimar componentes de varianza de características y vigor de 20 lotes de semilla de pino ponderosa. Se analizaron características de peso, cubierta e imbibición de la semilla, así como sus características germinativas. Por la variabilidad encontrada, se sugiere la influencia de la contribución materna y componente genético alto dentro de familias que determinan la calidad y características germinativas de la semilla.

En los últimos años, los estudios sobre clima organizacional se han incrementado rápidamente, ya que las organizaciones públicas y privadas lo consideran como uno de los elementos básicos para generar valor y alcanzar sus objetivos estratégicos. En el artículo “Revisión de la literatura de clima organizacional, estado del arte” se describe el panorama extenso de los estudios

de clima organizacional a nivel mundial.

En el estado Nueva Esparta, Venezuela, el mapurite *Haemulon melanurum* es un recurso con alta demanda para el consumo debido a bajo costo. El objetivo del estudio “Dinámica poblacional del pez *Haemulon melanurum* (Teleostei: Haemulidae) del archipiélago Los Frailes, Venezuela” fue estimar el crecimiento y la mortalidad de este pez con la finalidad de sugerir medidas de manejo. En muestreos durante un año, se calcularon edad máxima, índice de crecimiento y tasas de mortalidad. La tasa de explotación indica que es probable que *H. melanurum* esté sobreexplotado por la pesca artesanal en el archipiélago Los Frailes.

El arándano es una planta de reciente domesticación. En los últimos años, la superficie cultivada con esta especie ha incrementado como resultado de la demanda del fruto y su alta vida productiva. Con el objetivo de generar estándares nutricionales foliares propios de la región que sustenten la fertilización, se realizó un muestreo foliar en los municipios de Cuauhtémoc, Guerrero y Santa Isabel en Chihuahua. Al comparar los estándares generados con los reportados, se encontró que K, Ca, Mg, fueron mayores al estado del arte, mientras que Mn y Cu estuvieron por debajo; Nt, P, Fe y Zn coincidieron con los autores revisados. Los detalles de esta investigación los encontrará en el artículo “Estándares nutricionales foliares para arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) mediante diagnóstico diferencial integrado (DDI), en Chihuahua”.

PH. D. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA

EDITOR EN JEFE

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.1509>

# ¿Qué relación existe entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid?

What is the relationship between the aromatic quality of the wine and the biochemistry of the vine?

IRMA OFELIA MAYA-MERAZ<sup>1</sup> Y RAMONA PÉREZ-LEAL<sup>1,2</sup>

## Resumen

Cada una de las biomoléculas sintetizadas a través de distintas rutas del metabolismo primario de la vid, es capaz de formar metabolitos secundarios, como los compuestos aromáticos o volátiles. Actualmente se conocen las rutas de  $\beta$ -oxidación, lipooxigenasa y vía isoprenoide para los compuestos aromáticos provenientes de los lípidos, sin embargo, la vía isoprenoide también proviene a partir de la intervención de los carbohidratos. Los aminoácidos leucina, isoleucina, triptófano, metionina, cisteína y fenilalanina inducen a la síntesis de diversos compuestos aromáticos en frutas, como precursores directos o indirectos. A pesar de que existen estudios de los compuestos aromáticos en frutas, en uva para vino pudiera ser de mayor complejidad, ya que las uvas pueden desarrollar distintos tipos de compuestos aromáticos, dependiendo de la variedad, manejo agronómico y factores edafo-climáticos. Por lo que el objetivo de la presente revisión es resaltar la relación existente entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid, lo que podría beneficiar al viticultor en el manejo apropiado del viñedo para la obtención específica de ciertos compuestos.

**Palabras clave:** *Vitis vinifera*, aroma, metabolismo.

## Abstract

The biomolecules synthesized through different routes of the primary metabolism of the vine, are capable of forming secondary metabolites, such as aromatic or volatile compounds. Currently the routes of  $\beta$ -oxidation, lipoxygenase and isoprenoid pathway are known for the aromatic compounds coming from lipids, however the isoprenoid pathway also comes from the intervention of carbohydrates. The amino acids leucine, isoleucine, tryptophan, methionine, cysteine and phenylalanine induce the synthesis of various aromatic compounds in fruits, as direct or indirect precursors. Although there are studies of aromatic compounds in fruits, in grapes for wine, it could be more complex, since grapes can develop different types of aromatic compounds, depending on the variety, agronomic management and edapho-climatic factors. Therefore, the objective of this review is to analyze the relationship between the aromatic quality of the wine and the biochemistry of the vine. This could benefit the vine grower in the proper management of the vineyard for the specific obtaining of certain compounds.

**Keywords:** *Vitis vinifera*, aroma, metabolism.

## Introducción

La calidad de las uvas para vino es importante en cuanto al contenido de azúcares, acidez, pH y color. Los compuestos aromáticos suelen ser uno de los aspectos de alto valor considerados por la enología. Los compuestos aromáticos de los frutos son metabolitos secundarios sintetizados a partir de diferentes biomoléculas como carbohidratos, ácidos grasos y aminoácidos.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Ciudad Universitaria s/n, C.P. 31170. Chihuahua, Chih. México.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: rleal@uach.mx

Los ácidos grasos en las plantas se sintetizan a partir de la interacción de factores abióticos, principalmente luz y CO<sub>2</sub>. La luz es captada a través de los plastos donde se elaboran moléculas de alta energía (ATP), mismas que serán utilizadas por otras rutas metabólicas para producir moléculas precursoras, tanto de metabolitos primarios como secundarios. El CO<sub>2</sub> fijado a través de estomas induce la formación de gliceraldehído-3-fosfato (G3P) como intermediario para carbohidratos y, a su vez, para la generación de isopentil pirofosfato (IPP) para de la síntesis de terpenos. Por otro lado, la biosíntesis de aminoácidos está más relacionada con la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno y azufre. Por lo tanto, cada una de las biomoléculas a través de distintas rutas es capaz de formar metabolitos secundarios, como los compuestos aromáticos o volátiles. Actualmente se conocen las rutas de β-oxidación, lipooxigenasa y vía isoprenoide para los compuestos aromáticos provenientes de los lípidos, sin embargo, la vía isoprenoide también proviene a partir de la intervención de los carbohidratos. Los aminoácidos leucina, isoleucina, triptófano, metionina, cisteína y fenilalanina inducen a la síntesis de diversos compuestos aromáticos en frutas, como precursores directos o indirectos. A pesar de que existen estudios de los compuestos aromáticos en frutas, en uva para vino pudiera ser de mayor complejidad, ya que las uvas pueden desarrollar distintos tipos de compuestos aromáticos, dependiendo de la variedad, manejo agronómico y factores edafo-climáticos. Por lo que el objetivo de la presente revisión es resaltar la relación existente entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid. Lo que podría beneficiar al viticultor en el manejo apropiado del viñedo para la obtención específica de ciertos compuestos.

#### *Compuestos a partir de lípidos y carbohidratos*

Los lípidos de los tejidos de las frutas intervienen para la síntesis de compuestos aromáticos a través de tres rutas, la β-oxidación, la lipooxigenasa y la vía isoprenoide, por acción enzimática. La β-oxidación interviene durante la madurez del fruto en la formación de los compuestos C<sub>6</sub> de cadena lineal, utilizando como sustrato comúnmente al ácido linoleico (C<sub>18:2</sub>), mientras que la lipooxigenasa lleva a cabo la síntesis de compuestos aromáticos C<sub>6</sub>

durante la madurez y después de la cosecha de los frutos a partir de ácido linoleico (C<sub>18:2</sub>) y linoleico (C<sub>18:3</sub>). Por otro lado, la vía isoprenoide es la única de las tres en la que intervienen moléculas provenientes de la glucólisis y G3P del ciclo de Calvin-Benson (carbohidratos) para iniciar la síntesis de terpenos en los plastos, sin embargo, cuando la vía isoprenoide se origina vía citosol, los compuestos para la formación de terpenos proviene a partir de los ácidos grasos provenientes del retículo endoplasmático. Por lo tanto, los carbohidratos que permiten la formación de compuestos volátiles se ven involucrados con las moléculas como G3P, el trisacárido de la gluconeogénesis de muchos otros compuestos estructurales y de reserva en el ciclo de Calvin-Benson y subproductos de la glucólisis, como el ácido pirúvico, los que en conjunto actúan para dar origen a las moléculas de isopentil pirofosfato en la vía isoprenoide (Espino-Díaz *et al.*, 2016).

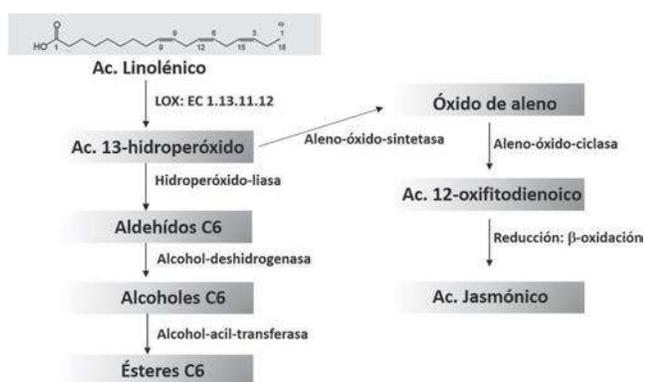
#### *β-oxidación y sus compuestos volátiles*

De manera general, la β-oxidación tiene lugar en los peroxisomas mediante una serie de reacciones enzimáticas donde, a partir de ácidos grasos como oleico y linoleico, son utilizados como sustratos enzimáticos para la síntesis de compuestos aromáticos como ácidos butanoícos, hexanoícos y acético (Espino-Díaz *et al.*, 2016). La β-oxidación se lleva a cabo a partir de cuatro fases en reacción enzimática, la deshidrogenación, hidratación, deshidrogenación y tiólisis, la cual es la última fase, la responsable de acortar las cadenas de carbono en pares para conseguir moléculas de Acetil-CoA, las que, al reaccionar con los alcoholes de los ácidos producidos, se condensan a ésteres y acetatos.

#### *Lipooxigenasa y sus compuestos volátiles*

La ruta de la lipooxigenasa 'LOX', se presenta a partir de disrupción celular de los frutos, donde, a partir de enzimas acil-hidrolasas, liberan las moléculas, tanto de ácido linoleico como linoléico, y mediante la acción de las enzimas LOX oxigenan los ácidos grasos para generar hidroperóxidos, donde las enzimas hidroperóxido-liasas permitirán la conversión hacia los primeros aldehídos como compuestos aromáticos, entre ellos son el nonenal, hexanal, hexenal y nonadienal; sin embargo, mediante isomerizaciones y por acción de las enzimas alcohol-deshidrogenasas

se sintetizan los alcoholes de sus correspondientes aldehídos, para después, por enzimas alcohol-deshidrogenasas, provocar la formación de sus ésteres C6 (Chen *et al.*, 2004). Sin embargo, a partir de la vía LOX, también por acción de enzimas óxido-aleno, son capaces, a partir de ácidos 13-hidroperóxidos, de ciclar y reconvertir en óxidos de aleno y con reducciones en  $\beta$ -oxidación, sintetizar ácido jasmónico (Figura 1) como compuestos aromáticos también de interés en uvas, sobre todo en variedades blancas (Baysal y Demirdöven, 2007).



**Figura 1.** Ruta LOX en la formación de los principales grupos C6 de cadena lineal y de jasmونات a partir de ácido linolénico (Adaptado de Baysal y Demirdöven, 2007).

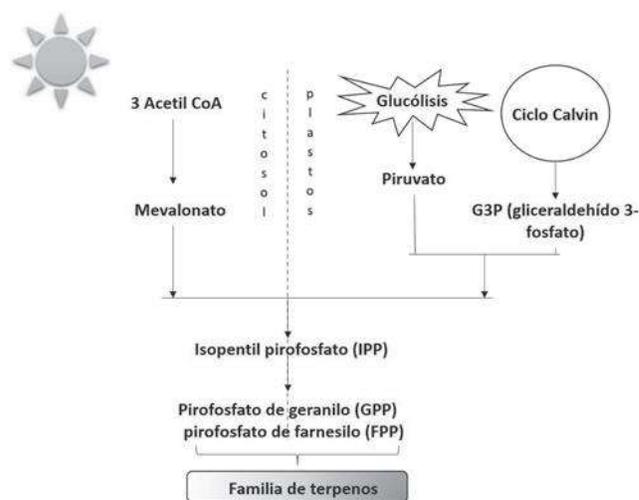
### Vía isoprenoide y sus compuestos volátiles

La vía isoprenoide comprende la formación de unidades de cinco carbonos (C5), conocidas como isopreno (metil butadieno), estas son parte del metabolismo secundario de las plantas. La principal molécula mediadora es el isopentil pirofosfato (IPP). El IPP se sintetiza a partir de dos rutas distintas, una dependiente del mevalonato y otra independiente (Figura 2). La primera parte de la Acetil-CoA citosólico o del retículo endoplasmático liso, mientras que la segunda ruta, también conocida como metileritritol en los plastos, se origina por la reacción entre el G3P y del piruvato descarboxilado o hidroxietanolamina, para la formación de ubiquinonas, esteroides, brasinoesteroides, fitohormonas, pigmentos y compuestos aromáticos de origen lipídico. Durante las reacciones de condensación a partir de la ruta del

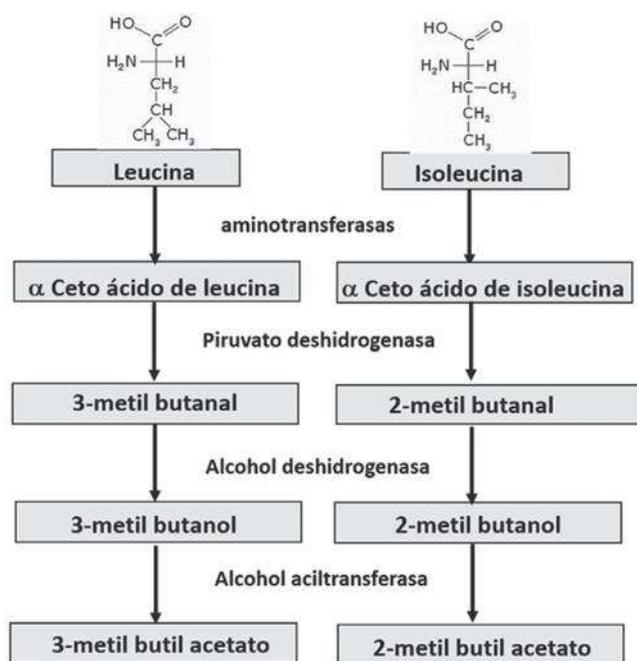
mevalonato, el producto principal es el compuesto volátil geranil o farnesil. Tanto el geranil como el farnesil fosfatados son moléculas precursoras de monoterpenos, diterpenos, tetraterpenos y sesquiterpenos. Entre los compuestos aromáticos de origen terpenoides se encuentran el geraniol, farnesol, mentol, linalol, limoneno, mentol, ocimeno, miceno, pineno, alcanfor, nerolidol.

### Compuestos a partir de aminoácidos

Los compuestos aromáticos de cadena ramificada son sintetizados a partir de algunos aminoácidos como precursores directos, los aminoácidos principales son leucina e isoleucina (Sanz *et al.*, 1997), donde reacciones enzimáticas de oxoglutarato-aminotransferasas se forman  $\alpha$ -ceto ácidos del aminoácido correspondiente, para después, por acción de piruvato deshidrogenasa, se forme el primer aldehído ramificado y, de manera consecutiva, las enzimas alcohol deshidrogenasa y alcohol aciltransferasa, sintetizan los compuestos del grupo de alcoholes y aldehídos respectivamente (Figura 3). Se ha demostrado que a partir de la leucina se forman compuestos aromáticos como el 3-metil 1 butanol, sin embargo, en otras investigaciones (Maya-Meraz *et al.*, 2014) se demostró que la isoleucina es capaz de producir 2-metil 1 butanol, así como su respectivo éster 2 metil butil acetato.



**Figura 2.** Síntesis de terpenos a través de la vía isoprenoide, vía citosol y a través de los plastos (Adaptado de Wink, 2010).



**Figura 3.** Síntesis de volátiles de cadena ramificada, a partir de aminoácidos, leucina e isoleucina como precursores directos (Adaptado de Sanz *et al.*, 1997).

Es importante dar realce a la gran cantidad de aminoácidos existentes, sin embargo, los aminoácidos como el triptófano y la fenilalanina tienen relación con la síntesis de diversos compuestos aromáticos. La fenilalanina tiene relación directa con la formación de polifenoles a través de la ruta fenilpropanoide, donde el ácido cinámico juega un rol como molécula precursora de diversos compuestos (Bousher *et al.*, 2008), entre ellos, algunos como la vainillina, que pudiera estar relacionado con los aromas que aparecen sobre todo en vinos tintos; a su vez, con los derivados benzoicos como ácidos caféico (González-Neves *et al.*, 2011) a través de enzimas hidrolasas y de la síntesis de ésteres fenólicos. Otros de los compuestos aromáticos que mencionan Sanz *et al.* (1997) a partir de múltiples revisiones, son las metoxipirazinas, provenientes del aminoácido metionina o fenilalanina. Las metoxipirazinas se han observado tanto en uvas como en vinos con aroma descriptor a pimienta morrón y aromas especiados; los aromas suelen ser herbáceos, deseable para uvas blancas, pero no para

las tintas. El grupo de metoxipirazinas se ha encontrado en variedades de uvas tintas de alto vigor, como la Cabernet Sauvignon y la Merlot (Robinson, 2006). Otros de los aminoácidos involucrados en la síntesis de compuestos aromáticos es la cisteína, este aminoácido tiene la característica de contener azufre en su molécula; está relacionado con la síntesis de los aromas de la familia *Allium*, como cebollas y ajos, entre otros; a su vez, con los aromas de las crucíferas como coliflor, repollos y brócoli (Kubec *et al.*, 1999), sin embargo, también se han detectado, en vinos provenientes de variedades de uva blanca como Sauvignon blanc y Verdejo, aromas como 4-metil-4-mercaptopentan-2-ona, 3-mercaptohexanol y acetato de mercaptohexanol, pero con aromas cítricos (López-Cordón, 2011). Por lo que, manejos en viñedos con aplicaciones de azufre podrían desarrollar aromas relacionados con la cisteína y sus compuestos aromáticos azufrados.

#### *Importancia de los compuestos aromáticos en uvas para vino*

La composición química y la calidad en los vinos proviene a partir de la calidad de la baya, de la fermentación y del añejamiento, dentro de la calidad de la baya de importancia enológica, en la actualidad se consideran los sólidos solubles, los polifenoles y los aromas (Antoniolli *et al.*, 2015). Tanto los polifenoles como los compuestos aromáticos son metabolitos secundarios producidos como mecanismos de defensa por las plantas, pero aprovechables para determinar la calidad de una uva y su vino; los metabolitos secundarios de interés, como los aromáticos, comienzan a sintetizarse a partir del envero de las uvas hasta su madurez y cosecha (Dokoozlian y Kliewer, 1996; Conde *et al.*, 2007). Los compuestos aromáticos del vino son primarios, secundarios y terciarios; los aromas primarios se originan a partir de las uvas, los aromas secundarios se sintetizan durante la fermentación por acción microbiana, y los aromas terciarios evolucionan durante el añejamiento, ya sea en botella o en barricas. La mayoría de los estudios realizados

en compuestos aromáticos se centran en terpenos, aunque en la actualidad se incluyen estudios acerca de los aldehídos, alcoholes, ésteres, fenoles, norisoprenoides, pirazinas y tioles, provenientes tanto de rutas alternas de  $\beta$ -oxidación, lipoxigenasa, aminoácidos como precursores directos que son de alta importancia al proporcionar aromas herbáceos, a florados, cítricos y afrutados, característicos de cada varietal.

Los compuestos aromáticos en conjunto determinan la calidad aromática en las uvas en los vinos, sin embargo, es importante resaltar que, así como los compuestos aromáticos pueden resaltar la calidad de un vino, también pueden ocasionar defectos en su calidad aromática. En los vinos tintos, de manera común, se desean aromas primarios afrutados, especiados o amaderados; mientras que en vinos blancos los aromas propios serán afrutados, herbáceos-vegetales, cítricos o florales. Aunque depende de los gustos del mercado y de las técnicas enológicas para diseñar el vino. En algunos casos, a vinos blancos se les propicia aromas amaderados, sin embargo, en vinos tintos los aromas herbáceos-vegetales indican defecto aromático. Para determinar el aroma descriptor de cada vino se evalúa la calidad de su uva y cepas para fermentación. El uso de kits aromáticos o narices electrónicas son técnicas comunes en enología para describir el aroma en los vinos, pero en investigación se evalúan mediante espectrofotometría de gases o gases-masas, en el que se identifican cada una de las moléculas responsables de determinado aroma, que en conjunto son las que se pueden encontrar en un solo fruto.

#### *Uvas tintas*

Las variedades tintas más estudiadas en cuanto a sus compuestos aromáticos son Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Pinot noir, entre otras. Su importancia radica en la alta demanda y comercialización de sus vinos. Los aldehídos, alcoholes, ésteres, y terpenos se encuentran con mayor

frecuencia en uvas tintas (Cuadro 1), donde se observa que de los compuestos aromáticos reportados se tiene gran cantidad de aldehídos, alcoholes y ésteres, de la misma importancia que los terpenos. Por lo que se puede deducir que los aromas primarios afrutados como manzanas y moras provienen en la mayoría de los aldehídos, alcoholes y ésteres, mientras que los aromas cítricos y florales los proveen los compuestos aromáticos de los grupos alcoholes y terpenos; finalmente, los polifenoles, aparte de tener la función de antioxidantes, algunos de ellos también tienen la función de proveer aromas como la vainillina.

#### *Uvas blancas*

Los compuestos aromáticos característicos de las uvas blancas se basan en aromas que transfieren al vino compuestos con aspecto fresco, incluyendo aromas herbáceos, vegetales cítricos, a florados y dulces, aunque en algunas variedades, como Sauvignon blanc, se incluyen otra clase de compuestos aromáticos llamados tioles, provenientes del aminoácido cisteína (des Gachons *et al.*, 2000), compuestos como 4-mercapto-4-metilpentan-2-ona, 4-mercapto-4-metilpentan-2-ol y mercaptohexan-1-ol, relacionados con aromas de pomelo o cítricos (López-Cordón, 2011). Entre las variedades más comerciales a nivel mundial, según la OIV se encuentran: Chardonnay, Sauvignon blanc, Moscatel y Airen, aunque depende del sitio de cultivo, también se incluyen Riesling, Gewurztraminer y Malvasia. En el Cuadro 2 se muestran por grupo algunos compuestos volátiles más comunes de las variedades de uva blancas o sus vinos.

## Conclusiones

Se demostró mediante la presente investigación que la bioquímica de la vid, así como su modificación, está directamente relacionada con la producción de moléculas importantes que resaltan la composición de los vinos.

**Cuadro 1.** Compuestos volátiles frecuentes en uvas tintas de mayor comercialización.

Varietal	Grupo	Compuesto	Descripción del aroma	Referencia
<b>Cabernet Sauvignon</b>	Aldehído	Hexanal	Manzana verde	Kalua y Boss, 2010; Canuti <i>et al.</i> , 2009; Fan <i>et al.</i> , 2009
		E-2-hexenal	Verde	
		Octanal		
		Nonanal		
		E-2-nonenal	Pepino	
		3 metil butanal 2,4		
		Hexadienal		
		Benzaldehído	Frutillas/moras	
		Decanal	Piel naranja	
		Alcohol	1-butanol,	
	1-Hexanol		Floral verde	
	3-hexenol		Herbáceo	
	3-octanol			
	3-octen-1-ol		Champiñón	
	2-etil-1-hexanol		Floral	
	2-heptanol			
	Nonanol		Floral rosas	
	1-pentenilalcohol			
	3-metilbutanol		Afrutado	
	Éster/ácidos	Metil-hexanoato		Kalua y Boss, 2010; Canuti <i>et al.</i> , 2009; Fan <i>et al.</i> , 2009; Salas-Salazar y Olivas, 2011
		Etil acetato	Piña	
		Etil butanoato	Manzana	
		Etil-2 metilbutanoato	Afrutado	
		Etil hexanoato	Floral/afrutado	
		Etil octanoato	Afrutado	
		Ác. 3-metilbutanico,	Ácido/rancio	
		Etil-2-pentilacetato	Floral/miel	
	Ác. Butanoico.	Queso		
	Terpenos	Geranil	Floral	Canuti <i>et al.</i> , 2009
Nerol				
Citronelol				
Linalol		Floral cítrico		
$\alpha$ -terpineol				
$\beta$ -damascenone		Floral/dulce		
Fenol	Vainillin	Vainilla	Fan <i>et al.</i> , 2009	
<b>Merlot</b>	Aldehídos	Hexanal		Fan <i>et al.</i> , 2009
		E-2-hexenal		
		Decanal	Piel naranja	
		Benzaldehído	Frutillas	
		3-metilbutanal	Verde	
	Alcoholes	1-butanol	Alcohólico	Fan <i>et al.</i> , 2009
		3-metilbutanol	Afrutado	
		1-hexanol	Floral/verde	
		3-hexenol	Herbáceo	
		1-octen-3-ol	Champiñón	
2-etil-hexanol	Floral			
Nonanol	Floral rosas			
2-pentenilalcohol				

**Cuadro 1.** Compuestos volátiles frecuentes en uvas tintas de mayor comercialización (Continuación).

Varietal	Grupo	Compuesto	Descripción del aroma	Referencia			
Pinot noir	Ésteres/ácidos	Etil acetato	Piña	Fan <i>et al.</i> , 2009; Salas-Salazar y Olivas, 2011			
		Etil butanoato	Manzana				
		Etil-2-metilbutanoato	Afrutado				
		Etil hexanoato	Floral/afrutado				
		Etil octanoato	Afrutado				
		Ác. Butanoico	Ácido/rancio				
		Etil decanoato	-----				
		Ác. 3-metilbutanico	Floral/miel				
	Terpenos	Etil-2-pentilacetato	Queso	Fan <i>et al.</i> , 2009			
		Linalol	Floral/cítrico				
		$\alpha$ -terpineol	Floral/durazno				
	Fenol	$\beta$ -damascenone	Floral/dulce	Fan <i>et al.</i> , 2009			
		Vainillin	Vainilla				
	Aldehídos	Aldehídos	2-nonanal	Fang y Qian, 2012; Meng <i>et al.</i> , 2011			
			Hexanal				
			Trans-2-hexenal				
			Heptanal				
			Octanal				
			Nonanal		Rosas		
			Decanal		Piel de naranja		
Alcoholes			Alcoholes		1-hexanol	Fang y Qian, 2012;; Meng <i>et al.</i> , 2011	
					Benzyl-alcohol		Albaricoque
					Pentenil-alcohol		Rosa dulce
	Trans-3-hexenol						
Terpenos	Terpenos	Trans-2-hexenol	Fang y Qian, 2012				
		1-octen-3-ol					
		3-metilbutanol		Afrutado			
		Linalool		Floral fresco			
		Nerol		Cítrico			
		Geraniol		Floral			
		Eugenol		Cítricos			
Tempranillo	Fenol	Citronellol	Especies/nuez	López <i>et al.</i> , 2004			
		$\alpha$ -terpenol.	--				
	Aldehídos	Aldehídos	Vainillin		Vainilla		
			Hexanal		Afrutado		
			E-2-Hexenal		Verde		
			E-2-Decenal		Verde		
			E-2-Heptenal		Cerveza		
	Alcoholes	Alcoholes	Benzaldehído		Frutillas		
			Z-3-hexenol		Verde		
			1-octanol		Dulce		
Ésteres/ácidos	Ésteres/ácidos	Z-3-hexenol	Verde	López <i>et al.</i> , 2004			
		1-octanol	Dulce				
		Etil acetato	Afrutado				
		Etil hexanoato	Floral/afrutado				
		Ác. Pentanoico	Dulce				
		Ác. Hexanoico	Queso				
Fenoles	Fenoles	Ác. Octanoico	Graso	López <i>et al.</i> , 2004			
		Etil hexadecanoato	Hierbas aromáticas				
		Guaiacol	Amaderado				
		Etil cinamato	Flores blancas				
		Eugenol	Aflorado				
		Ac. Benzoico	Alorado				
		Vainillin	Vainilla				
		Isoeugenol	Mandarina				
		$\gamma$ -decalactona	Coco		López <i>et al.</i> , 2004		
		$\gamma$ -undecalactona	Especiado				

**Cuadro 2.** Compuestos volátiles frecuentes en uvas blancas de mayor comercialización.

Varietal/vino	Grupo	Compuesto	Descripción del aroma	Referencia	
<b>Chardonnay (uva)</b>	Aldehído	E-2-Hexenal	Verde	Martínez-Gil <i>et al.</i> , 2013	
		Alcohol	1-hexanol		Verde/afutado
	Terpenos	Alcohol	Z-3-hexenol	Verde	Martínez-Gil <i>et al.</i> , 2013
			E-2-hexen-ol	Verde	
			Benzil alcohol	--	
			Linalol	Floral fresco	
		Terpenos	Geraniol	Floral	Martínez-Gil <i>et al.</i> , 2013
			Hidroxilinalol	--	
			Nerol	Cítrico	
			Ác. Geránico	--	
			Fenoles	Metil salicilato	
		Ác. Benzoico	--		
		Metil vainillato	Vainilla		
		Norisoprenoides	Tirosol	--	Martínez-Gil <i>et al.</i> , 2013
			3-hidroxi- $\beta$ -damascona 3-oxo- $\alpha$ -ionol	--	
<b>Sauvignon Blanc (vino)</b>	Alcoholes	2-metil-propanol		Swiegers <i>et al.</i> , 2009	
		3-metil-butanol			
		2-metil-butanol			
		1-hexanol			
	Ésteres/ácidos	Etil acetato	Afrutado	Swiegers <i>et al.</i> , 2009	
		Etil propanoato			
		Etil-2-metilpropanoato			
		2-metilpropil-acetato			
		Etil-butanoato			Manzana
		Etil-2-metilbutanoato			
		Etil-3-metilbutanoato			
		2-metilbutil-acetato			Plátano
		3-metilbutil-acetato			Plátano
		Etil-hexanoato			Floral/afutado
		Hexyl-acetato			
Etil-octanoato	Afrutado				
2-pentenil-acetato					
Ác. 2-metil-propanoico					
Ac. 2-metil-butanoico					
Ac. 3-metil-butanoico					
Ac. Hexanoico					
Ac. Octanoico					
Ac. Decanoico					
Fenol	2-fenil-etanol		Swiegers <i>et al.</i> , 2009		
	Aldehídos	Hexanal	Verde		
Pirazinas	Heptenal				
	Nonanal				
	<i>Trans</i> -				
	2-etil-3-metoxipirazina	Aromas Pimiento morrón/ herbáceos			
2-isopropil-3-metoxipirazina					
2-isobutil-3-metoxipirazina					

## Literatura citada

- ANTONIOLLI, A., A. Fontana, P. Piccoli and R. Bottini. 2015. Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec. *Food Chemistry*. 178:172-178.
- BAYSAL, T. and A. Demirdöven. 2007. Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review. *Enzyme and Microbial Technology* 40:491-496.
- BOUSHER, C., M. Steer and A. Tobin. 2008. Plant Biochemistry. Chapter 11: Phenolics. Garland Science, Taylor and Francis Group, LLC. First ed. 1-444.
- CANUTI, V., M. Conversano, H. L. Calzi, H. Heymann, M. A. Matthews, and S. E. Ebeler. 2009. Headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry for profiling free volatile compounds in Cabernet Sauvignon grapes and wines.
- CHEN, G., R. Hackett, D. Walker, A. Taylos, Z. Lin and D. Grierson. 2004. Identification of a specific isoform of tomato lipoxygenase (TomloxC) involved in the generation of fatty acid-derived flavor compounds. *Plant Physiol*. 136:2641-2651.
- CONDE, C., P. Silva, N. Fontes, A. C. P. Dias, R. M. Tavares, M. J. Sousa, A. Agasse, S. Delrot and H. Gerós. 2007. Biochemical changes throughout grape Berry development and fruit and wine quality. *Global Science Books* 1(1):1-22.
- DES GACHONS, C. P., T. Tominaga, and D. Dubourdieu. 2000. Measuring the aromatic potential of *Vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon Blanc grapes by assaying s-cysteine conjugates, precursors of the volatile thiols responsible for their varietal aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(8):3387-3391.
- DOKOZLIAN, N. K. and W. M. Kliever. 1996. Influence of light on grape Berry growth and composition varies during fruit development. *J. Amer. Soc. hort. Sci.* 121(5):869-874.
- ESPINO-DÍAS, M., D. R. Sepúlveda, G. González-Aguilar, and G. I. Olivas. 2016. Biochemistry of Apple aroma: a review. *Food Technol. Biotechnol.* 54(4):375-394.
- FANG, Y. and M. Qian. 2005. Aroma compounds in oregon Pinot noir wine determined by aroma extract dilution analysis (AEDA). *Flavor and Fragrance Journal* 20:22-29.
- FAN, G., W. Lu, X. Yao, Y. Zhang, K. Wang, and S. Pan. 2009. Effect of fermentation on free and bound volatile compounds of orange juice. *Flavor and Fragrance Journal* 24:219-225.
- GONZÁLEZ-NEVES G., G. Gil, G. Favre and M. Ferrer. 2011. Potencial polifenólico de la uva: índices propuestos y posibles aplicaciones. *Comunicata Scientiae* 2(2):57-69.
- KALUA, C. M., and P. K. Boss. 2010. Comparison of major volatile compounds from Riesling and cabernet sauvignon grapes (*Vitis vinifera* L.) from fruitset to harvest. *American Journal of Grape and Wine Research* 16(2):337-348.
- KUBEC, R., V. Drhová, and J. Velíšek. 1999. Volatile compounds thermally generated from S-propylcysteine and S-propylcysteine Sulfoxide-aroma precursors of Allium vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(3):1132-1138.
- LÓPEZ-CORDÓN, E. N. 2011. Compuestos azufrados volátiles y riesgos de reducción en vinos. *Artículos Técnicos Alimentaria* 425:115-120.
- LÓPEZ, R., E. Ezpeleta, I. Sánchez, J. Chacho, and V. Ferreira. 2004. Analysis of the aroma intensities of volatile compounds release from mild acid hydrolysates of odourless precursors extracted from tempranillo and grenache grapes using gas chromatography-olfactometry. *Food Chemistry* 88(1):95-103.
- MARTÍNEZ-GIL, A. M., M. Angenieux, A. I. Pardo-García, G. L. Alonso, H. Ojeda, and M. R. Salinas. 2013. Glycosidic aroma precursors of Syrah and Chardonnay grapes after an oak extract application to the grapevines. *Food Chemistry* 138:956-965.
- MAYA-MERAZ, I.O., M. Espino-Díaz, F. J. Molina-Corral, G. A. González-Aguilar, J. L. Jacobo-Cuellar, D. R. Sepúlveda and G. I. Olivas. 2014. Production of volatiles in fresh-cut Apple: effect of applying alginate coatings containing linoleic acid or isoleucine. *Journal of Food Science* 79(11):185-191.
- MENG, J., Y. Fang, J. Gao, A. Zhang, J. Liu, Z. Guo, Z. Zhang and H. Li. 2011. Changes in aromatic compounds of cabernet sauvignon wines during ageing in stainless steel tanks. *African Journal of Biotechnology* 10(55):11640-11647.
- ROBINSON, J. 2006. The Oxford Companion to Wine (3ª edición). Oxford University Press.
- SALAS-SALAZAR, N. A., and G. I. Olivas. 2011. El aroma de la manzana. *Interciencia* 36(4), 265-271.
- SANZ, C., J. M. Olias, and A. G. Pérez. 1997. Aroma biochemistry of fruits and vegetables. En Tomas-Barberan, F.A & Robins, R.J. (Eds) *Phytochemistry of Fruits and Vegetables*. Clarendon. Oxford, 125-155.
- SWIEGERS, J. H., R. L. Kievit, T. Siebert, K. A. Lattey, B. R. Bramley, I. L. Francis, E. S. King and I. S. Pretorius. 2009. The influence of yeast on the aroma of Sauvignon blanc wine. *Food Microbiology* 26:204-211.
- WINK, M. 2010. Introduction: biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. *Annual Plant Reviews Volume 40: Biochemistry of Plant Secondary Metabolism, Second Edition*, 1-19. 

Este artículo es citado así:

Maya-Meraz, I. O. y R. Pérez-Leal. 2018. ¿Qué relación existe entre la calidad aromática del vino y la bioquímica de la vid? *TECNOCENCIA Chihuahua* 12(3):134-142. DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.187>

## Resumen curricular del autor y coautores

**IRMA OFELIA MAYA-MERAZ.** Terminó su licenciatura en 2007, año en que fue otorgado el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias por el Instituto Tecnológico de Cuauhtémoc (ITCC). Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Biotecnología en el 2011, por la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), donde actualmente cursa el programa de Doctorado en Ciencias Hortofrutícolas en el área de Fisiología Vegetal. Impartió clases durante el periodo 2011-2015 en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de Bioquímica de Plantas, Fisiología Vegetal, así como Fisiología y Tecnologías de Poscosecha. El área de especialización es Recubrimientos Comestibles y Precursores en la Bioquímica Aromática de Frutos y actualmente en la Fisiología del Estrés en Plantas, enfocado en metabolitos secundarios de la Vid. Ha dirigido 1 tesis de licenciatura y 4 como asesor en licenciatura y maestría. Es autora de 1 artículo científico, 1 artículo de divulgación, así como coautora en 1 capítulo de un libro científico arbitrado para Elsevier.

**RAMONA PÉREZ LEAL.** Obtuvo el título de Licenciado Químico Farmacéutico Biólogo en 1994 por la Universidad Autónoma de Sinaloa, y Maestría (2000) y Doctorado (2004) en Ciencias Hortícolas por la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente está adscrita a la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicado 23 Artículos científicos, 15 Libros y 9 capítulos de libro. Tiene 15 participaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha participado en 15 Proyectos de investigación. Líder del cuerpo académico UACH-CA11 Frutales de Zona Templada. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de Fotoquímica, con énfasis en metabolismo secundario, es responsable del Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas.

# Efecto de la temperatura y humedad en piel y vías respiratorias de trabajadores de un rastro

## Effect of temperature and moisture on the skin and respiratory tract of a slaughterhouse worker

DAVID PICAZO<sup>1</sup>, LEOPOLDA GONZÁLEZ-GONZÁLEZ<sup>2</sup>, GABRIEL BARRIO-ECHAVARRÍA<sup>2,3</sup>  
Y DAGOBERTO PÉREZ-PIÑÓN<sup>2</sup>

Recibido: Febrero 9, 2019

Aceptado: Marzo 8, 2019

### Resumen

Los riesgos para la salud relacionados con la exposición a condiciones de baja temperatura y humedad son frecuentes en los trabajadores de los rastros, donde se manejan ambientes fríos y condiciones de humedad que representan una exigencia adicional para su labor. Afecciones respiratorias, daños al tracto respiratorio superior y pulmones son frecuentes en los trabajadores de esta industria, además de la dermatitis y una variedad de infecciones. El objetivo fue determinar la relación entre la temperatura y humedad en el ambiente de trabajo con afecciones en diferentes áreas de la piel y afecciones respiratorias en trabajadores de un rastro de sacrificio de ganado. Se efectuaron mediciones de temperatura y humedad en los diferentes departamentos del rastro, y estos datos se relacionaron con el resultado de la valoración de lesiones en piel y afecciones en vías aéreas en 44 trabajadores de los departamentos de: Matanza, Deshuese, Procesos, Embarques, Ventas y Mantenimiento. El instrumento utilizado fue el NOSQ-2002: *Nordic Occupational Skin Questionnaire*, adaptado al castellano. Los trabajadores del departamento de Deshuese, donde se trabaja a temperaturas bajas, tuvieron mayor incidencia de alergias y eccema (62%) con relación al resto de las áreas, donde las condiciones son más favorables. La exposición a bajas temperaturas es un factor para la aparición de eccema en piel, así como una tendencia al desarrollo de daños en el aparato respiratorio en forma de alergias en los trabajadores de los rastros.

**Palabras clave:** alergia, dermatitis, eccema, rastro, temperaturas abatidas.

### Abstract

Health risks related to exposure to low temperature and humidity are frequent in the workers of slaughterhouses, where prevail cold environments and humidity conditions, which represent an additional effort for their work. Respiratory disorders, damage to the upper respiratory tract and lungs are common among workers in this industry, in addition to dermatitis and a variety of infections. The objective was to determine the relationship between temperature and humidity in the work environment, with affections in different areas of the skin and respiratory conditions in workers of a cattle slaughter. Temperature and humidity measurements were made in the different departments of the slaughterhouse, and these values were related to the result of the assessment of skin lesions and airway conditions in 44 workers from the following departments: Slaughter, Beef boning, Processes, Shipments, Sales and Maintenance. The instrument used was the NOSQ-2002: *Nordic Occupational Skin Questionnaire*, adapted to Spanish language. The workers of the beef boning department, where they work at low temperatures, had a greater incidence of allergies and eczema (62%) in relation to the rest of the areas, where the conditions are more favorable. Exposure to low temperatures is a factor for the appearance of skin eczema, as well as a tendency to develop damage to the respiratory system as allergies in the workers.

**Keywords:** allergy, dermatitis, eczema, slaughterhouse, low temperatures.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Filosofía y Letras. Ave. Universidad s/n Campus 1. Chihuahua, Chih., México. C.P. 31170. Tel. (+52 614) 413-5450.

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Enfermería y Nutriología. Circuito Universitario Campus II. Tel. (614) 238-6048. Chihuahua, Chih., México.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: gbarrio@uach.mx

## Introducción

**L**os riesgos relacionados con la exposición a condiciones donde hay temperaturas abatidas son frecuentes en los trabajadores. En el caso de los establecimientos de matanza de animales, o rastro, donde por necesidad se manejan ambientes fríos, estos factores representan una exigencia adicional para los trabajadores (BMPA, 2011).

Además de las condiciones de temperaturas abatidas, la humedad relativa, la velocidad del aire y la ropa de trabajo también pueden originar incomodidad en el ambiente de trabajo que termina por influir en su desempeño (Mäkinen y Hassi, 2009). Es el caso de los trabajadores de un rastro, pues tienen que trabajar en una variedad de ambientes térmicos y utilizar ropa y accesorios especiales para desarrollar sus tareas. Se trata de una industria en la que siempre se ha confiado en la habilidad manual de los trabajadores; en procesos de empaque o corte, por ejemplo, utilizar maquinaria no siempre puede ser posible (Márquez Gómez y Márquez Robledo, 2015)

En general, entre las enfermedades ocupacionales más comunes reportadas en México están las dermatitis o dermatosis, así como las afecciones respiratorias (OMS, 2001, STPS, 2017). Las industrias que tienen que ver con el manejo y procesamiento de alimentos, así como las del sector salud, están entre las que más reportan dermatitis ocupacional (Mygind, *et al.* 2006). La dermatitis, que puede ser irritante o alérgica, puede manifestarse en los pliegues de la piel, por ejemplo, entre los dedos, lo que sugiere un ambiente de trabajo húmedo.

Los residuos de mataderos contienen cadáveres en descomposición de animales, sangre y materia fecal, y son una fuente importante de agentes patógenos y malos olores (Signorini-Porchietto *et al.*, 2006; OMS, 2011). Estas sustancias peligrosas pueden entrar en contacto con la piel y dañarla, causando dermatitis atópica (OMS, 2007). En los trabajadores de un rastro, la exposición constante también puede causar daños a la nariz, tracto respiratorio superior y pulmones (González Rico *et al.*, 2015).

Los principales padecimientos entre matanceros y cortadores de piel en establecimientos de producción de carne son: infección cutánea o urticaria (Lillington

*et al.*, 1997; Hernández Calleja, 2009); heridas en manos y muñecas (Barnham *et al.*, 1981); eccema en la piel, manos y antebrazos (De la Cuadra Oyanguren, 2003; Flyvholm, *et al.*, 2005); infección con estreptococo (Humphreys, *et al.* 2006; Chang Muñoz, 2015); brucelosis (Suárez González *et al.*, 2017) y leptospirosis (Iturregui Amaya y Gómez Henao, 2017).

Las dermatitis son enfermedades frecuentes en trabajadores que tienen que ver con el manejo de alimentos en México (STPS, 2017). Se ha relacionado a las proteínas animales como los agentes etiológicos responsables en la aparición de dermatitis en los trabajadores que tienen contacto frecuente con estas sustancias (De la Cuadra Oyanguren, 2003). Adicionalmente, se conoce que existe una relación entre la exposición a temperatura y humedad y la aparición de dermatitis atópica (eccema) y problemas respiratorios (Varghese, 2019).

En el diagnóstico de dermatitis frecuentemente se reporta sensación de comezón o escozor al contacto con la carne, la necesidad de rascarse frecuentemente y la subsecuente aparición de lesiones en las zonas expuestas, especialmente en el dorso de las manos o antebrazos (De la Cuadra Oyanguren, 2003).

En Chihuahua, un estado considerado como netamente ganadero, los rastros de sacrificio de ganado son muy variados y van desde los que tienen las instalaciones y procedimientos óptimos, hasta aquellos que se consideran rastros clandestinos, en los cuales no se cuida ni la higiene y mucho menos la seguridad del trabajador.

El objetivo fue determinar la relación entre los factores ambientales de tipo físico, como son la temperatura y la humedad en el ambiente de trabajo, con la presencia de afecciones en diferentes áreas de la piel y de tipo respiratorio en trabajadores de un rastro de sacrificio de ganado.

## Materiales y métodos

Es un estudio descriptivo-correlacional llevado a cabo en una empresa procesadora de productos cárnicos ubicada en la ciudad de Chihuahua, México. Se seleccionó por conveniencia una muestra de 44 trabajadores de un total de 78 empleados, es decir, un 56% de los trabajadores de la planta. Se consideraron a estos trabajadores por tratarse de los empleados fijos y aquellos con mayor antigüedad en el puesto de trabajo. De estos, 11 pertenecían al departamento de Matanza, 8 al de Deshuese, 12 eran de Procesos, 6 de Embarques, 6 de Ventas y 1 de Mantenimiento.

Se llevaron a cabo mediciones de temperatura y humedad en diversos tiempos durante la jornada laboral, procurando que las mediciones fueran hechas durante las horas pico de producción, que es cuando las condiciones de humedad y temperatura son más adversas para el desarrollo del trabajo. Para la medición de humedad relativa, se utilizó un equipo Extech (Massachusetts, EUA), y para temperatura, un termómetro digital Glas-Col (Indiana, EUA).

Se invitó a los trabajadores a participar en el estudio, explicándoles el propósito y asegurándoles que se respetaría en todo momento la privacidad de sus datos y condición. Aquellos que aceptaron y firmaron el consentimiento informado, fueron citados para una entrevista de forma privada para aplicar los cuestionarios personalmente, con la guía del investigador para resolver las dudas sobre las preguntas.

Para la determinación de lesiones en piel y afecciones en vías aéreas fue utilizado el Cuestionario para Afecciones Ocupacionales en Piel de la NOSQ-2002: *Nordic Occupational Skin Questionnaire* (Susitaival, 2003; Sala-Sastre *et al.*, 2009). El instrumento utilizado fue traducido y adaptado por Sala-Sastre *et al.* (2009) al idioma castellano.

Se capturaron y analizaron los datos en el programa estadístico SPSS versión 21.0. Con esta aplicación se obtuvieron valores de frecuencia, medias y desviación estándar, así como el análisis de varianza (ANOVA) para varios factores para analizar diferencias entre los grupos expuestos (departamentos) y su relación con daños en la piel y vías respiratorias. Se recurrió al estadístico *t* de Student con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  para determinar si existían diferencias significativas en las muestras entre cada par de grupos independientes. Finalmente, se calcularon los odds ratio para grupos expuestos y no expuestos.

## Resultados

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos de las respuestas de los trabajadores a 8 preguntas representativas que fueron seleccionadas para mostrar en este documento, ya que son estas preguntas las que tienen que ver directamente con la aparición de síntomas característicos de afecciones en vías respiratorias y piel.

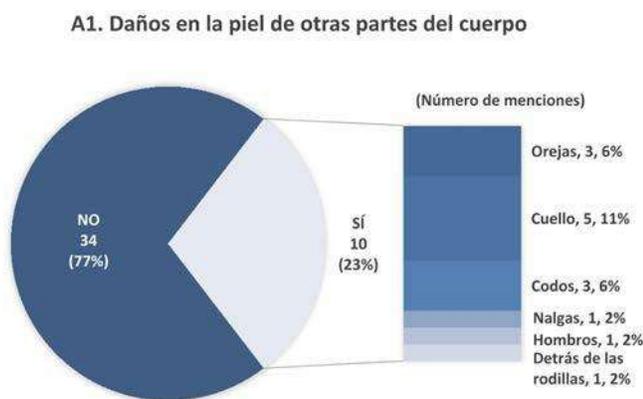
**Cuadro 1.** Frecuencias y proporciones obtenidas de ocho de las preguntas con relación a la sintomatología de afecciones en vías respiratorias y piel de los trabajadores.

Variable	SÍ		NO	
	n	%	n	%
A1. ¿Ha tenido un salpullido con picazón que ha estado yendo y viniendo por lo menos 6 meses, y en algún momento ha afectado a pliegues de la piel?	10	22.7	34	77.3
A2. ¿Alguna vez ha tenido alergia nasal, por ejemplo, de polen o a los animales?	11	25.0	33	75.0
A4. ¿Ha tenido asma?	1	2.3	43	97.7
D1. ¿Alguna vez ha tenido eccema en la piel de las manos? (inflamación, irritación, verrugas)	11	25.0	33	75.0
D2. ¿Ha tenido usted eccema en las muñecas o los antebrazos? (inflamación, irritación, verrugas)	4	9.1	40	90.9
P1. ¿Ha tenido ronchas con comezón que aparecen y desaparecen rápidamente (en cuestión de horas) en las manos, muñecas o los antebrazos?	4	9.1	40	90.9
P3. ¿Tiene la piel seca?	15	34.1	29	65.9
P4. ¿Tiene comezón en la piel cuando suda?	5	11.4	39	88.6

Existe una tendencia a la aparición de sintomatología relacionada con daños en las vías aéreas, ya que 25% de los trabajadores manifestaron que sufrían algún tipo de alergias (pregunta A2). Con relación a la presencia de signos primarios sobre daños a la piel, el 34% de los trabajadores afirmó tener la piel seca, y 22.7% manifiesta haber tenido salpullido con picazón en los últimos seis meses.

Con relación a la presencia de eccema en la piel de las manos, 25% del total de trabajadores (11) manifestó haber tenido inflamación, irritación o verruga. Cuando se les cuestionó sobre la presencia de daños en otras partes del cuerpo (pliegues de los codos, detrás de las rodillas, los frentes de los tobillos, debajo de las nalgas, alrededor del cuello, las orejas o los ojos), el 23% (10) contestó que sí. De estos hallazgos, sobresalen daños en cuello, orejas y codos, sobre todo en los trabajadores (Figura 1).

**Figura 1.** Presencia de eccema en la piel de otras partes del cuerpo.



En los departamentos de Matanza y Deshuese se observó la mayor incidencia de eccema en la piel, ya sea en las manos o en diferentes partes del cuerpo, generalmente en cuello y orejas (Figura 2). Con respecto a las alergias, más del 60% de los trabajadores del área de Deshuese manifestó tener algún tipo de alergia.

Los valores de temperatura y humedad relativa por departamento se muestran en la Figura 3. Estos valores corresponden a las horas pico de producción en cada una de las áreas.

En el análisis estadístico con el método Análisis de Varianza (*Anova one way*) se puede observar que la variable A1 fue la que resultó con diferencia estadística significativa para los datos agrupados por departamentos (Matanza, Deshuese, Procesos, Embarques, Ventas y Mantenimiento), ( $F = 2.593$ ,  $P = 0.041$ ), lo cual indica que uno o varios de esos grupos difieren entre sí con relación a esta variable A1 (¿Ha tenido un salpullido con picazón que ha estado yendo y viniendo por lo menos 6 meses, y en algún momento ha afectado a pliegues de la piel?).

El análisis con el método estadístico t comparativo para el par de grupos 1 y 2 (Matanza y Deshuese), arrojó que para la variable A1 no existe una variabilidad suficiente como para considerarla válida, estadísticamente hablando ( $p = 0.051$ ). Con el análisis de este mismo estadístico t para los grupos 2 y 3 (Deshuese y Procesos); y entre los grupos 2 y 4 (Deshuese y Embarques), sí se encontró diferencia significativa ( $p = 0.007$  y  $p = 0.013$ , respectivamente), lo cual indica que existe una variabilidad entre estos dos pares de grupos. Para los grupos 5 y 6 no se observaron diferencias significativas.

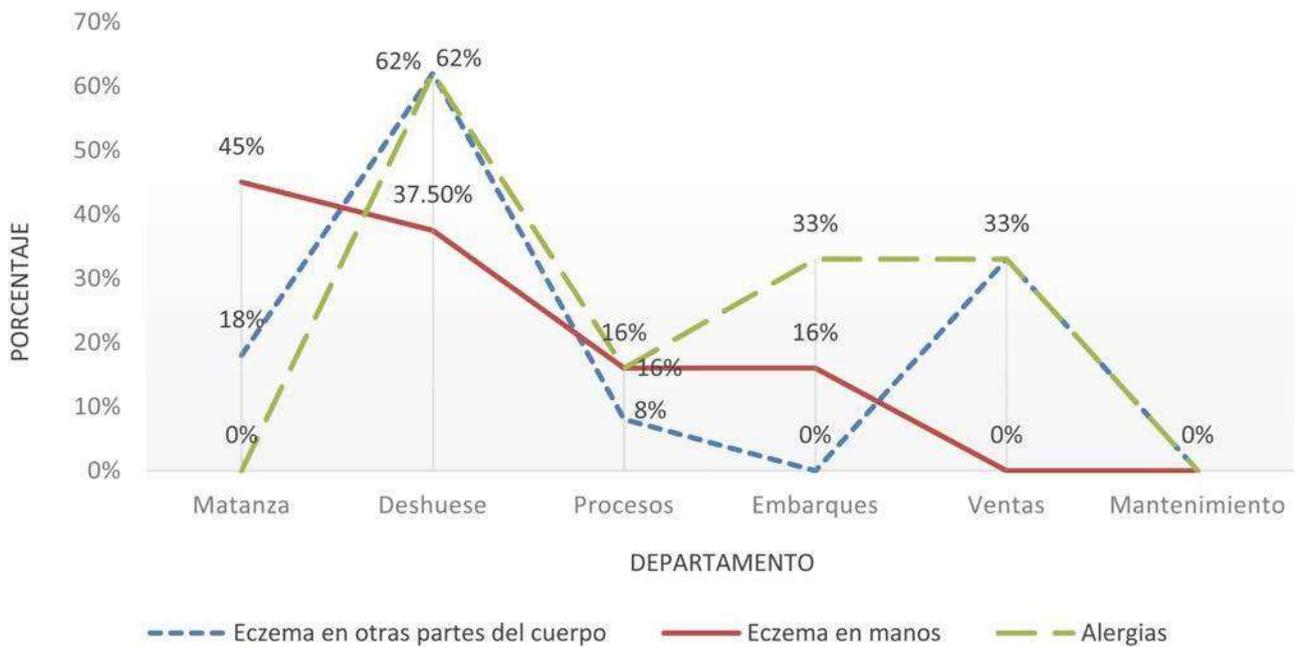
## Discusión

Es bien conocido que los trabajadores que manipulan constantemente ciertos alimentos (pescado, vegetales y carne) suelen tener afecciones en la piel en forma de dermatitis atópica (De la Cuadra Oyanguren, 2003). En México, los reportes de enfermedades ocupacionales ubican en el quinto lugar a la industria de los alimentos (STPS, 2017).

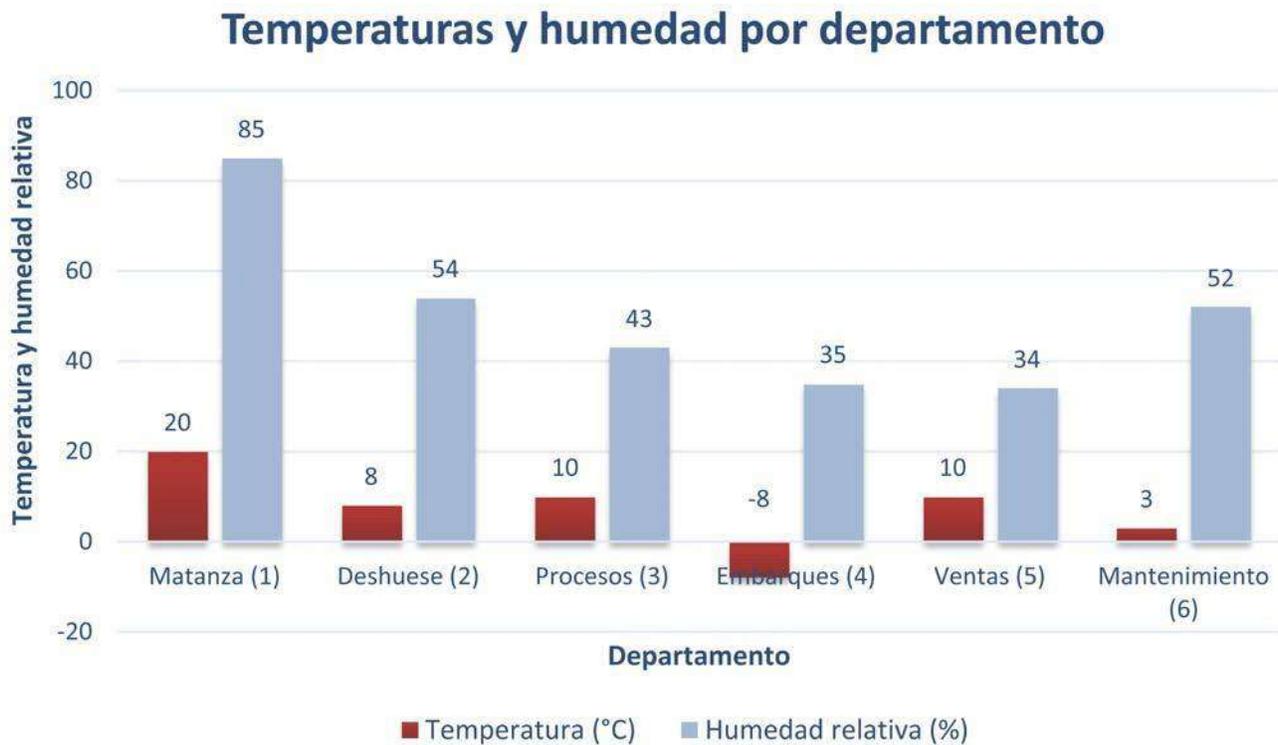
El trabajo en condiciones de temperaturas abatidas la humedad relativa tiende a disminuir, provocando resequedad en la piel y propiciando la aparición de salpullidos y eccemas (Varghese, 2019), por lo que se presume que las afecciones en la piel del personal del departamento de Deshuese se deba a eso, ya que se trata de un ambiente que tiene que estar frío por el proceso que ahí se lleva a cabo.

Se conoce que la piel sufre una reacción anormal en sujetos expuestos a un frío moderado ( $0-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por periodos prolongados (Page *et al.*, 1988); tal es el caso del ambiente del departamento de Deshuese. Kaminski *et al.* (1997) reportaron una fuerte asociación entre la aparición de daños en las manos y el trabajo en condiciones de temperaturas bajas en trabajadores de un rastro de aves.

**Figura 2.** Porcentaje de incidencias de alergias y eccemas por departamento.



**Figura 3.** Temperaturas y humedad relativa por departamento.



Las enfermedades en la piel pueden exacerbarse con la sensibilidad particular al frío, lo cual resulta en incomodidad, dolor, heridas y un bajo desempeño. Se entiende que los problemas de piel seca, como la dermatitis atópica y psoriasis pueden empeorarse en ambientes que también incluyen baja humedad relativa (Mäkinen y Hassi, 2009). Nuestros resultados concuerdan con los hallazgos de Reinikainen y Jaakkola (2003), quienes sugieren que incrementos a un nivel razonable en la humedad relativa durante la temporada de calor, alivia los síntomas de resequecedad en las vías aéreas y daños en la piel.

Los resultados sugieren que los trabajadores del área de Matanza tuvieron como factor protector un ambiente más adecuado para el trabajo, con temperatura promedio de 20 °C y humedad relativa de 85%, a diferencia de las demás áreas, donde las temperaturas variaron de -8 °C a un máximo de 10 °C, y una humedad relativa de 34-54% (Figura 3). Ninguno de los casos de alergia reportados (Variable A2, 11 casos) (Cuadro 1) pertenece al departamento de Matanza (*odds ratio* infinito).

Es necesario indicar que existen otros factores condicionantes para la aparición de daños en la piel de los trabajadores, como el uso continuado de guantes de protección (látex o anticorte), y la constante manipulación de agua, lo que a la larga elimina la pérdida de la capa sebácea natural de la piel. Adicional a esto, existen otros aspectos como la ventilación y la calidad del aire en el ambiente, situaciones que pueden incidir en la aparición de síntomas relacionados con la exposición de alérgenos.

## Conclusiones

La exposición frecuente a bajas temperaturas tiene efectos en la piel de los trabajadores del rastro. Esto resulta evidente por la mayor incidencia de daños en la piel y afecciones respiratorias en los trabajadores de un departamento con bajas temperaturas y humedad relativa baja, a diferencia de otros ambientes más favorables.

El personal del departamento de Deshuese puede ser considerado como referencia para establecer una relación entre las condiciones de temperatura y humedad relativa y la aparición de daños en la piel y afecciones respiratorias, ya que se pudo comprobar que el tiempo de exposición a bajas temperaturas tiene efectos en la piel de los trabajadores.

También, de acuerdo con los datos analizados en el presente estudio, se puede ver que existe una tendencia al desarrollo de daños en el aparato respiratorio, por lo que se recomienda elaborar estudios más precisos para determinar el alcance afecciones de esta naturaleza en personal que labora en áreas de temperaturas bajas o abatidas.

## Literatura citada

- BARNHAM, M., and J. Kerby. 1981 Skin sepsis in meat handlers: observations on the causes of injury with special reference to bone. *J. Hyg., Camb.* 87:465
- BRITISH MEAT PROCESSORS ASSOCIATION (BMPA). 2011. Health and Safety Guidance Notes for the Meat Industry. Rev. 1. 162p.
- CHANG MUÑOZ, F. R. 2015. Identificación de las variables que inciden en la salud ocupacional en una empresa productora de alimentos ecuatoriana. Universidad de Guayaquil.
- FLYVHOLM, M. A., K. Mygind, L. Sell, A. Jensen and K. F. Jepsen. 2005 A randomized controlled intervention study on prevention of work related skin problems among gut cleaners in swine slaughterhouses. *Occup Environ Med* 62:642-649.
- GONZÁLEZ RICO, M., A. Casique Guerrero, y F. J. López Cháñez. 2015. Estudio de los riesgos de trabajo en el rastro municipal de. *Revista RAITES* 1(2):10-24.
- HERNÁNDEZ CALLEJA, A. 2009. Agentes biológicos. Enfermedades de la piel. Notas Técnicas de Prevención 822.
- HUMPHREYS, C. P., S. J. Morgan, M. Walapu, G. A. J. Harrison, A. P. Keen. 2007 Group A streptococcal skin infection outbreak in an abattoir: lessons for prevention *Epidemiol. Infect.* 135:321-327.
- ITURREGUI AMAYA, E. L., y J. M. Gómez Henao. 2017. Desatención a la exposición de agentes biológicos como factor de riesgo de sus colaboradores en sectores como el educativo y algunas industrias. Universidad Libre Seccional Pereira. Recuperado de [http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/bitstream/handle/123456789/746/DESATENCIÓN A LA EXPOSICIÓN.pdf?sequence=1](http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/bitstream/handle/123456789/746/DESATENCIÓN_A_LA_EXPOSICIÓN.pdf?sequence=1)
- LILLINGTON, T., and E. M. Shanahan. 1997. Cutaneous infection in meatworkers. *Occup Med.* 47(4):197-202.
- MÄKINEN, T. M., and J. Hassi. 2009. Health problems in cold work. *Industrial Health* 47(3):207-220. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.47.207>
- MÁRQUEZ GÓMEZ, M., y M. Márquez Robledo. 2015. Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne. *Ciencia & Trabajo* 17(54):171-176. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492015000300003>
- MYGIND, K., Borg V., Flyvholm, M. A., Sell, L. and Fryndedall-Jepsen, K. 2006. A study of the implementation process of an intervention to prevent work-related skin problems in wet-work occupations. *Arch Occup Environ Health.* 79:66-74.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 1978. Atención primaria de salud. Declaración Alma-Ata. 91p.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2001. Occupational health: A manual for primary health care workers. 167p.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2007. Salud de los trabajadores: plan de acción mundial. 9p.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2011. Global Health Risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 62p.
- PAGE, E. H., and N. H. Shear. 1988. Temperature-dependent skin disorders. *Journal of the American Academy of Dermatology* 18(5):1003-1019. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(88\)70098-5](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(88)70098-5)
- REINIKAINEN, L. M. and J. J. K. Jaakkola. 2003. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. *Indoor Air*. 13:344-352.
- SALA-SASTRE, N., M. Herdman, L. Navarro, M. De La Prada, R. Pujol, C. Serra, ... A. M. Giménez-Arnau. 2009. Dermatitis profesionales. Adaptación transcultural del cuestionario Nordic Occupational Skin Questionnaire (NOSQ-2002) del inglés al castellano y al catalán. *Actas Dermo-Sifiliograficas* 100(8):685-692. [https://doi.org/10.1016/S0001-7310\(09\)72281-1](https://doi.org/10.1016/S0001-7310(09)72281-1)
- SIGNORINI-PORCHIETTO, M., S. Civit-Gual, M. Bonilla-Padilla, M. E. Cervantes-Ramírez, M. Calderón-Vázquez y otros. 2006. Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales. 62p.
- STPS. 2017. Evolución de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones de Trabajo, 2005-2016. México, D.F. Retrieved from [https://autogestionsst.stps.gob.mx/Proyecto/Content/pdf/2016/Nacional\\_2005-2016.pdf](https://autogestionsst.stps.gob.mx/Proyecto/Content/pdf/2016/Nacional_2005-2016.pdf)
- SUÁREZ GONZÁLEZ, G., A. Pérez Sánchez y R. Guzmán Plazola. 2017. Incidencia de brucelosis en la población humana de México. Un panorama general durante el periodo de 2008 a 2013. *Revista Semestral de El Colegio de Traxcala, A.C.*, 32:85-98.
- SUSITAIVAL, P., M. A. Flyholm, B. Meding, L. Kanerva, M. Lindberg, A. Svensson and J. H. O'Lafsson. 2003. Nordic Occupational Skin Questionnaire (NOSQ-2002): a new tool for surveying occupational skin diseases and exposure. *Contact Dermatitis* 49: 70-76.
- VARGHESE, B. M., A. G. Barnett, A. L. Hansen, P. Bi, S. Hanson-Easey, J. S. Heyworth, ... D. L. Pisaniello. 2019. The effects of ambient temperatures on the risk of work-related injuries and illnesses: Evidence from Adelaide, Australia 2003-2013. *Environmental Research* 170(August 2018):101-109. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.024> 

---

Este artículo es citado así:

- Picazo, D., L. González-González, G. Barrio-Echavarría y D. Pérez-Piñón. 2018. Efecto de la temperatura y humedad en piel y vías respiratorias de trabajadores de un rastro. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 12(3):143-149. DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.188>

# Components of phenotypic variance of seed traits and germination characteristics of 20 ponderosa pine half-sib families

Componentes de varianza fenotípica de características de semilla y germinación de 20 familias de medios hermanos de pino ponderosa

CÉSAR H. RIVERA-FIGUEROA<sup>1,4</sup>, JOHN G. MEXAL<sup>2</sup> AND DENNIS L. CLASON<sup>3</sup>

Received: February 19, 2019

Accepted: March 1, 2019

## Abstract

A study was conducted to estimate phenotypic variance components of seed traits and seed vigor of 20 ponderosa pine seed lots. A high intraspecific within-group variation in seed germination and seedling growth has been observed in both half-sib and full-sib families of conifers. Some seed traits may influence seed lot quality and seedling survival. Wind-pollinated cones were collected from 20 ponderosa pine maternal trees, 10 cones per tree, in a stand located in Fort Defiance, Arizona. Air-dried seeds were sown under laboratory conditions, by using a completely randomized design to estimate components of phenotypic variance for seed weight (SW), seed coat weight (SCW), seed imbibition (IMB), five germination characteristics, and three Weibull parameters ( $a$ ,  $b$  and  $c$ ). About 80% of size classes had a seed weight (SW)  $\geq$  41 mg and  $\geq$  97% final germination. The within-plot (within-family) variance component for SW (64.5%) and IMB (70.4%) was higher than among-family variation (35.3 and 24.8%, respectively). The among-family component varied from 35.1% (Weibull parameter  $a$ ) to 62.3% (Peak Value). Results suggest a significant maternal contribution and a high within-family genetic influence on seed quality and germination characteristics. Finally, heavier seeds (SW  $\geq$  60 mg), whose time of germination (TOG) occurred at day 3, increased 38.3% of their seed weight due to water absorption before reaching 50% germination; on the other hand, seeds whose SW was  $\geq$  45 mg and TOG = 7, showed 102.2% increase in SW before reaching 50% germination.

**Keywords:** germination timing, peak value, Weibull parameters, within-family variation.

## Resumen

Se realizó un estudio para estimar componentes de varianza de características y vigor de 20 lotes de semilla de pino ponderosa. En familias de hermanos completos y medios hermanos la varianza dentro de grupos es elevada para la germinación y crecimiento de plántulas de coníferas. Algunas características de semilla pueden influir en la calidad del lote y la supervivencia de plántulas. Diez conos de polinización abierta fueron colectados de cada uno de 20 árboles madre, en una población localizada en Fort Defiance, Arizona. Semillas secadas al aire fueron sembradas en el laboratorio, en un diseño completamente aleatorizado, para estimar las componentes de varianza fenotípica de: peso (SW) y cubierta de la semilla (SCW); imbibición de la semilla (IMB), cinco características germinativas y tres parámetros de Weibull ( $a$ ,  $b$  y  $c$ ). Un 80% de la semilla tuvo peso  $\geq$  41 mg y germinación  $\geq$  97%. La varianza dentro de progenie/dentro de familia para las características SW (64.5%) e IMB (70.4%) fue mayor que la varianza entre familias (35.3 y 24.8%, respectivamente). La varianza entre familias varió de 35.1% (parámetro  $a$  de Weibull) a 62.3% (Peak Value). Los resultados sugieren contribución materna y componente genética alta dentro de familias que influyen en la calidad y características germinativas de la semilla. Semillas con SW  $\geq$  60 mg y TOG=3, incrementaron 38.3% de su peso por agua absorbida para alcanzar 50% de germinación. Las semillas cuyo SW fue  $\geq$  45 mg and TOG = 7, mostraron un incremento de 102.2% en SW antes de completar 50% de germinación.

**Palabras clave:** tiempo para germinación, valor pico, parámetros Weibull, variación dentro de familias.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Ciudad Universitaria s/n, C.P. 31170. Chihuahua, Chihuahua, México.

<sup>2</sup> NEW MEXICO STATE UNIVERSITY. College of Agriculture. Department of Agronomy and Horticulture. Las Cruces, NM.

<sup>3</sup> UNIVERSITY OF CINCINNATI BLUE ASH COLLEGE. Department of Mathematics. Physics and Computer Science. Cincinnati, OH.

<sup>4</sup> Corresponding autor: crivera@uach.mx

## Introduction

Conifers are considered one of the most variable plant groups for many morphological and physiological characteristics of seeds and seedlings. A high intraspecific within-group variation in seed germination and seedling growth has been observed in both half-sib and full-sib families, and this variability increases with age (Maze and Banerjee, 1989; Matziris, 1998; Parker et al., 2006).

Some authors indicate that variation in seed weight and seedling phenology is due to four major factors: (1) genotype of seeds (Bramlett *et al.*, 1983; Sorensen and Campbell, 1985; Davidson *et al.*, 1996; Barnett, 1997); (2) maternal effects (Perry, 1976; Perry and Hafley, 1981; (3) environmental conditions such as chilling duration, incubation temperatures, and soil moisture (McLemore, 1966; Gossling, 1988; Bai *et al.*, 2004; Pasquini and Defossé, 2012); and (4) cultural practices such as fertilization, irrigation, and pest control (More and Kidd, 1982; Gummerson, 1989; Heidmann and Haase, 1989; Benjamin 1990; St. Clair and Adams, 1993).

Seedling quality and the success of seedling establishment are strongly correlated with germination and emergence of seeds planted in the nursery (Silen and Osterhaus, 1979; Mexal and Fisher, 1987; Davidson *et al.*, 1996). It is apparent from documented literature that seed mass, a maternally-determined characteristic, seems to be correlated with total germination and time of germination (Roach and Wulf, 1987). In ponderosa pine, genetic variation in seed morphology appears to be associated with climatic gradients (mostly precipitation, temperature and soil moisture); high estimates of within-population variation seem to be associated to adaptive mechanisms to environmental changes (Parker *et al.*, 2006). In addition, evidence suggests that selective forces (temperature, soil moisture, birds) are responsible for the origin of ecotypes possessing unique variation in seed morphology (Ager and Settler, 1983).

Little information exists about the genesis of variation of germination characteristics and seeds traits in *Pinus ponderosa* (Weber and Sorensen, 1992; Matziris, 1998; Parker *et al.*, 2006), which have influence on quality of seed lots and seedling survival.

This study was conducted a) to estimate phenotypic variance components of seed traits and germination parameters of seed lots; b) to compare seed vigor and germination characteristics of 20 half-sib families and c) to analyze correlations of seed size with germination and other seed traits.

## Materials and methods

*Study site and cone collection.* The genetic material was supplied by the Department of *Navajo Forestry Reforestation and Disease Control*. Two hundred wind-pollinated cones were collected from twenty maternal trees, randomly selected from a stand of ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws.). Trees of the ponderosa pine stand are located on the Defiance Plateau (35° 40' N, 111° 49' W, at an elevation between 2200 and 2500 meters (ASL), on Fort Defiance, Arizona, USA. Mature cones were collected in fall (October) and dried at room temperature (20 °C ± 2 °C) for one month. Seeds were then dewinged, cleaned, placed them in polyethylene bags and stored five months in a refrigerator at 4 °C until sown (Long and Jones, 1996; Parker *et al.*, 2006; Pasquini and Defossé, 2012). Seed traits of collected cones and some morphological characteristics were recorded for selected maternal trees (Table 1). In this study, a seed lot is the progeny derived from each maternal tree, each of which will be also named subsequently as half-sib family.

*Seed traits measurements.* A bulked seed lot of 400 seeds was formed by combining cleaned seed from 20 half-sib families (20 seeds randomly selected from each half-sib family); then, seeds were weighed and categorized into five size weight classes: a) < 31; b) 31-40; c) 41-50; d) 51-60, and e) > 60 mg. Seed weights (SW) were used to build an histogram of

frequencies (Figure 1). Seed coats of germinants were removed, dried at 100 °C for 24 hours, weighed and recorded (SCW). Values of seed imbibition (IMB), expressed as amount of daily absorbed water (mg), were calculated with the formula (Durzan, 1983; Woodstock, 1988; Terskikh *et al.*, 2005):  $IMB = [(SW_2 - SW_1) / SW_1]$ , where  $SW_2$  = Seed weight at time 2 and  $SW_1$  = Seed weight at initial time. For each individual seed, daily measurements of seed fresh weight changes were registered.

*Experimental design and treatments.* Twenty half-sib families, which represent 20 treatments, were compared in a completely randomized design (give a reference for this experimental design, e.g., Steel and Torrie, 1980), with two replicates. The experimental unit (EU) and sampling unit (SU) for all germination parameters were represented by a Petri dish with 10 seeds. The SU for seed weight traits and seed imbibition, on the other hand, was represented by a single seed.

**Table 1.** Elevation (masl) and traits of mother trees from which 20 half-sib families were collected from Navajo Forest located on Defiance Plateau (Fort Defiance, Arizona. USA).

Family Number	Elevation (m)	Height (m)	DBH (cm)	Seeds per cone	Seed moisture (%)	SWt (mg)	Type
1	2361	18.0	58	86	7.3	39	Black Jack
2	2361	17.1	50	65	7.3	40	Black Jack
3	2403	18.0	57	123	7.5	41	Black Jack
4	2361	24.4	72	82	7.8	45	Yellow Pine
5	2410	17.1	48	76	7.5	39	Yellow Pine
6	2434	17.7	55	51	7.5	52	Yellow Pine
7	2434	18.0	52	60	7.6	29	Yellow Pine
8	2403	19.8	51	112	7.3	46	Black Jack
9	2403	20.4	36	82	7.0	33	Black Jack
10	2403	17.4	30	33	7.9	46	Black Jack
11	2269	21.3	36	78	7.9	56	Yellow Pine
12	2318	22.3	63	66	7.9	47	Black Jack
13	2227	13.7	48	87	7.8	52	Black Jack
14	2257	14.3	25	103	7.6	54	Black Jack
15	2257	14.3	41	73	7.9	43	Black Jack
16	2257	18.0	50	32	7.6	38	Black Jack
17	2403	13.7	33	98	7.9	34	Black Jack
18	2403	21.0	41	114	8.1	30	Black Jack
19	2379	18.3	38	47	7.7	60	Black Jack
20	2379	10.7	30	39	7.8	41	Black Jack
<b>Mean</b>	<b>2359</b>	<b>17.8</b>	<b>46</b>	<b>75</b>	<b>7.6</b>	<b>43</b>	-

**Germination test.** This study was conducted under laboratory conditions ( $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) at the Department of XXX, New Mexico State University, to estimate variance components of several seed quality traits of 20 half-sib families. Two replicates of ten seeds of each half-sib family were sown on Petri dishes containing three layers of filter paper (Whatman No. 2). After sowing the seeds, 10 ml of deionized water were applied in each Petri dish, and 5 ml were added every other day to replace the water lost by evaporation.

**Germination parameters.** The criterion to define seed germination was when radicle protrusion occurred (if possible, give a reference) and extended about 5 mm. In this study, several criteria were included to measure germinative characteristics of seed lots. *Germination capacity* (GC), which is also named *final* or *total germination*, was measured as *germination percentage* at the end of the test (G) and transformed into *Arc Sine*  $\sqrt{(G*0.01)}$ . *Time of germination* (TOG), which is usually named *germination timing*, was described as the number of days to reach 50% germination. *Germination speed* (GS), it is the reciprocal of time of germination ( $1/\text{TOG}$ ). *Peak value* (PV), it is the highest quotient when dividing the maximum cumulative germination percentage by number of days to reach this percentage. *Germination value* (GV), it is the result of multiplying  $\text{PV} * \text{MDG}$  data, where  $\text{MDG} = \text{Mean daily germination} = \text{number of seeds germinating per day}$  (Czabator, 1962; Larson, 1963; Ranal and Garcia de Santana, 2006). Weibull parameters, other seed characteristics associated with germinative capacity of seeds, were estimated for all half-sib families. The parameter «a», for instance, indicates the point in which germination begins. Parameter «b», on the other hand, is the scale factor. Finally, «c» defines the shape of the curve (Rink *et al.*, 1979; Bahler *et al.*, 1989).

**Statistical analysis and variance components.** The model of analysis of variance (ANOVA) for estimating components of phenotypic variance of seed traits is shown in Table 2. Sources of variation (Source), degrees of freedom (DF), and the expected mean squares (EMS) were calculated for a completely randomized design (Kuehl, 1994). The family component of variance ( $\sigma_f^2$ ), which it is usually named in experimental design terminology as

*between groups or treatments*, is a random sample derived from a ponderosa pine population; the error term ( $\sigma_e^2$ ), it is also known as within group component, which represents the variation among experimental units (EU), while the component of variance within-plot ( $\sigma_w^2$ ) is the variation among individuals within each EU (Steel and Torrie, 1960). Since at each EU were sown seeds selected from a given family, the within-plot component of variance is also named within-family variation. The numbers of families, replications, and individuals/plot (progeny size/family) were, respectively, 20 (f), 2 (r) and 10 (p). Phenotypic variance is  $= \sigma_p^2 = \sigma_w^2 + \sigma_e^2 + \sigma_f^2$ .

**Table 2.** ANOVA model and expected means squares (EMS).

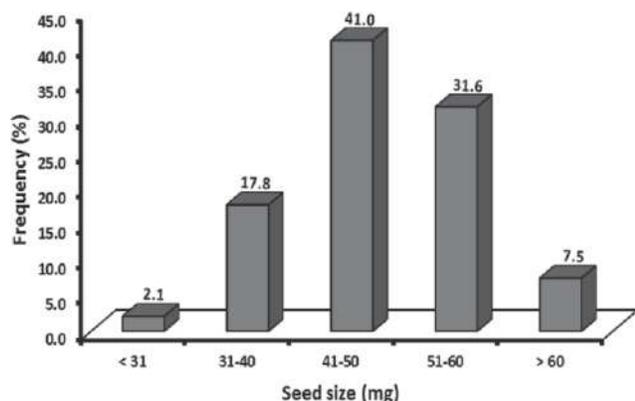
Source of variation	DF	EMS <sup>1</sup>
Family	f - 1	$\sigma_w^2 + p \sigma_e^2 + pr \sigma_f^2$
Error	f (r-1)	$\sigma_w^2 + p \sigma_e^2$
Within-Plot	fr (p-1)	$\sigma_w^2$

<sup>1</sup> $\sigma_w^2, \sigma_e^2, \sigma_f^2$  are the within-plot, error, and family components of variance, respectively.

Phenotypic variance  $= \sigma_p^2 = \sigma_w^2 + \sigma_e^2 + \sigma_f^2$ . f=20 families; r=2 replicates, and p=10 individuals/family.

## Results and discussion

**Characteristics of mother trees and seeds of half-sib families.** Recorded data for selected maternal trees (Table 1) confirm the existence of morphological variation among half-sib families, as it has been mentioned by other authors (Maze and Banerjee, 1989; Barnett, 1997; Matziris, 1998); for instance, height of trees varied from 10.7 (family 20) to 24.4 m (family 4); diameter at breast height (DBH), on the other hand, showed a range between 25 (family 14) and 63 cm (family 12). Number of seeds per cone, among families, varied from 32 (family 16) to 123 (family 3). Average seed weight showed a range from 29 to 60 mg, respectively, for family 7 and family 19. Seed moisture content (dry weight basis), averaged 7.6%, a minimum of 7.0% (family 9) and a maximum of 8.1% (family 18). Since most means were close to the average seed moisture content, this suggests similar seed maturity conditions, as it was expected because all cones were harvested on the same day of October. Similar results were documented in other pine species (Durzan, 1983; Terskikh *et al.*, 2005; Pasquini and Defossé, 2012).

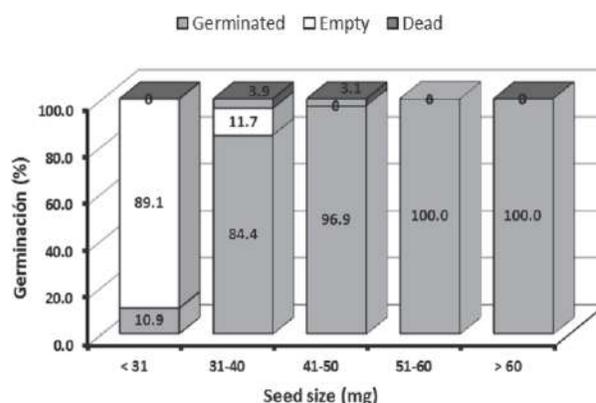


**Figure 1.** Frequency distribution of seed size of a 400-seeds balanced bulk of 20 half-sib families.

*Seed weight sizes and germination capacity.* The histogram of frequencies for seed weight shows a normally distributed curve (Figure 1); the value of the mode corresponds to seed size 41-50 mg, since it is the class of the highest frequency (41%). The heavier seed weight (> 60 mg) represents 7.5% of the seeds, while the lighter (< 31 mg) only 2.1%. About 80% of seeds weighed  $\geq$  41 mg and showed 96.9% germination (Figure 2); lighter seeds, on the other hand, had only 10.9% germination because 89.1% were empty seeds; these results, however, contrast studies conducted in others tree species, under controlled environmental conditions, have observed that seed mass effects on germination and early seedling growth depend on resource availability (Parker *et al.*, 2006; Mtambalika *et al.*, 2014); however, results of this study agree with some researchers who have stated that embryo abortion is the main cause of empty seeds (Matziris, 1998).

*IMB, SW and TOG relationships.* Four curves of seed imbibition (IMB), selected from the balanced bulk of half-sib families (Figure 3), show seed weight increases and their relationships with time of germination 50% (TOG) and initial seed weight (SW). As it was mentioned before, lighter seeds (seed weight < 31 mg) showed a low percent of germination, because they had a higher percent of empty seeds; moreover, ungerminated small seeds increased their weight from 26 to 35 mg (increment = 57.7%). This could be related to damage on seed coat produced by pathogens (fungi and bacteria), seed coat layers structure, insects, high temperature, wind and other

environmental factors (Timonin, 1964; Tillman-Sutela and Kaupin, 1995). On the other hand, seeds whose TOG occurred 3, 5 and 7 days after sowing, showed at day 3, respectively, SW increments of 38.3, 29.4 and 40%. Studies in *Pinus monticola* (Dougl. Ex D. Don) seeds have been reported weight increases of 30% one day after sowing, and it has been indicated that seeds should reach a desirable seed moisture content before germination begins (Terskikh *et al.*, 2005). Barnett (1997) indicated that in *Pinus taeda* (L.) seeds must reach a moisture content of 36% to split the seed coat and to initiate germination, while longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) seeds require around 55% moisture content (seed dry weight basis) before starting germination.



**Figure 2.** Seed size effect on percent germination (bulk of 20 half-sib families).

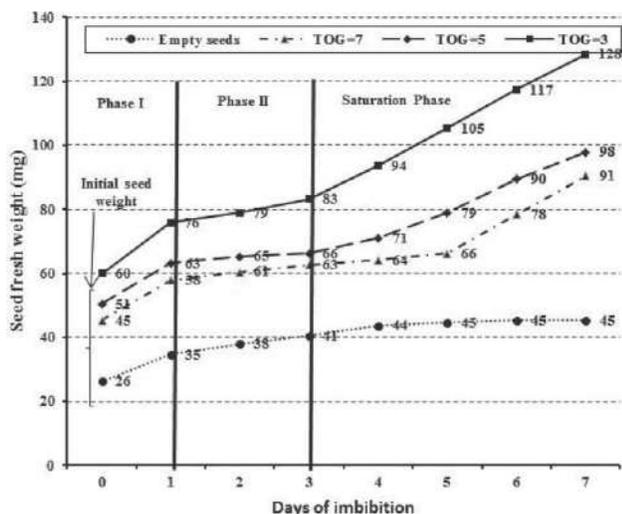
**Table 3.** Components of phenotypic variance (%) for seed fresh weight (SFW), seed coat fresh weight (SCFW) and seed imbibition (IMB).

Source of variation	DF	SFW	SCFW	IMB
Family	19	35.3**	50.1**	24.8**
Among-plots	20	0.2	8.0	4.8
Within-plots	360	64.5	41.8	70.4

\*\* Highly significant ( $P \leq 0.01$ ).

Increases in seed weights, which were recorded during the seven-day imbibition period (Figure 3), showed three imbibition stages described by other researchers (Terskikh *et al.*, 2005): 1) *Phase I* (0-1 day after sowing); 2) *Phase II* (2-3 days after sowing); and 3) *Saturation Phase or Phase III* (4-7 days after

sowing). *Phase III* is characterized by the highest water-uptake rate and a fast increase in seed coat permeability; important changes in SW occurred in *Phase I*, since it was observed increases of 16, 12 and 13 mg, respectively, for TOG 3 (from 60 to 76 mg), TOG 5 (from 51 to 63 mg) and TOG 7 (from 45 to 58 mg). In *Phase II*, on the other hand, small SW changes were recorded from day 1 to day 2 (2-3 mg) and from day 2 to day 3 (1-4 mg). Finally, the *Saturation Phase* is characterized for another high increase and a linear trend, whose pattern continues from day 3 to day 7. It is also marked the superiority of seeds whose TOG is 3 and their average seed weight increases from 83 to 128 mg (day 3 to day 7). Patterns of imbibition curves observed in this study agree with those described by Woodstock (1988) and Terskikh *et al.* (2005).



**Figure 3.** Imbibition of seeds associated to Time of Germination 50% (TOG).

*Components of variance for seed traits.* Highly significant differences ( $P < 0.001$ ) were observed among families for seed weight (SW), seed coat weight (SCW), and seed imbibition (IMB); estimates of

components of variance, associated to family differences (genetic variation), were 35.5, 50.1 and 24.8%, respectively, for SW, SCW and IMB (Table 3). Within-plot (Within-family) variances estimated for seed traits: SW, SCW and IMB were, respectively, 64.5, 41.8 and 70.4%; in most cases, the extent and magnitude of this component is higher than family variance; which may represent another source of genetic variation associated to differences among individuals of same family (within-family variance), resulting from cross pollination between mother trees (female parents) and male parents genetically divergent. The great amount of among and within family variation, observed for most characteristics analyzed, confirms the results found by several researchers in other species (Banerjee and Maze, 1988; Maze *et al.*, 1989). The existence of a high within-family variation, equal in magnitude to within-population variance, seems to be genetic in origin (Banerjee and Maze, 1988). As in other conifers, germination parameters are clearly under maternal control because a high percentage of the phenotypic variance was determined by family variation (Bramlett *et al.*, 1983; St. Clair and Adams, 1993; Sorensen and Cress, 1994). On the other hand, variation among-plots is mainly caused by environmental differences associated to experimental units.

*Components of phenotypic variance.* Significant differences among half-sib families were found for all germinative characteristics (Table 4); means varied from 35.1% (parameter a) to 89.2% (parameter b). In the former case, a low percentage also indicates a low genetic contribution involved in germination onset; the higher amount of variance, associated to the scale factor «b», on the other hand, strongly suggests that differences among seedlots reflect a significant genetic influence on that parameter, regardless the small number of half-sib families compared in this study.

**Table 4.** Components of phenotypic variance (%) of germinative traits and Weibull's parameters for 20 half-sib ponderosa pine families.

Source	DF	Germinative traits					Weibull's parameters		
		ArcSin	(TOG)	PV	GV	GS	a	b	c
Family	19	48.8*	44.4*	62.3**	60.4**	44.4*	35.1*	89.2**	51**
Error	20	51.2	55.6	37.7	39.6	55.6	64.9	10.8	49

\*Significant ( $P \leq 0.05$ ); \*\* Highly significant ( $P \leq 0.01$ )

*LSD mean comparison test.* For all seed traits and germination parameters was used the *Fisher's Least Significant Level (LSD) test*, a multiple comparison procedure, and the *significant level of 5% (P = 0.05)*. Percent seed germination (G), expressed as angular transformation  $\text{ArcSin } \sqrt{G} \cdot 0.01$ , varied from 45 (families 7 and 16) to 90 (families 14 and 15); moreover, means of families with the highest germination capacity included in group a (Table 5), varied from 67.5 to 90, while group d, which included families of the lowest germination capacity showed averages between 45 and 67.5. Three groups of significance were found for time of germination 50% (TOG); group c, which showed the fastest germination of them (TOG = 4), included 17 families; while the slowest germination group consisted of families 19, 11 and 4, whose TOG means were, respectively, 5.5, 5 and 5 days. The Czabator's germination value (GV) describes completeness and speed of germination process, so then it is a good criterion to compare family performance. More variation was observed in GV means (Table 5), because seven significant groups were formed; group a, for instance, included seven of better performance families with the highest GV values; on the other hand, group g included eight of lower performance families with the smallest GV values.

Time of germination for 50% (TOG) in all families took place 4-5.5 days after sowing. These results agreed with other general findings in which southern pine populations did not require pre-chilling treatment (Larson, 1963; Hoff, 1987; Gossling, 1988). Number of days required to start germination was statistically the same for all half-sib families; this result was expected because seeds were non-dormant when running the germination test; in other words, stratification treatments were not required, by any seed lot compared here, to begin germination.

Families 15, 14, and 6 had the best performance by comparing the germination capacity (Arcsine), TOG, and GV. Those germination parameters are indicators of high quality seed lots, thus, they measure germinative energy of seeds via percentage of viability, completeness and rate of germination. Peak Value means of ten families were statistically superior to population mean (17.0) and families 3, 6, 14 and

15 were statistically superior to any progeny whose mean was < 17.2. Most half-sib families (60%) had fast germination because their average GS values were superior to the population mean. In this germination test, family 14 was the fastest germinating seedlot (0.252), while family 19 performed as the slowest germinating seedlot (GS = 0.183).

**Table 5.** Mean comparison test<sup>1</sup> (LSD) for seed germination [expressed as  $\text{ArcSin } \sqrt{(\% \text{ germination})} \cdot 0.01$ ], time of germination 50% (TOG), and germination value (GV).

Family Number	ArcSin	Group	TOG (days)	Group	GV	Group
15	90.0	a	4.0	c	281	a
14	90.0	a	4.0	c	281	a
6	80.8	ab	4.0	c	283	a
12	80.8	ab	4.0	c	215	abcd
11	80.8	ab	5.0	ab	201	abcde
10	80.8	ab	4.5	bc	226	abc
1	73.4	abc	4.5	bc	166	bcdef
18	73.4	abc	4.5	bc	176	bcde
3	71.6	abc	4.0	c	253	ab
13	67.5	abcd	4.0	c	189	bcde
19	67.5	abcd	5.5	a	125	defg
2	64.2	bcd	4.0	c	145	cdefg
4	64.2	bcd	5.0	ab	151	cdefg
8	64.2	bcd	4.0	c	178	bcde
17	63.4	bcd	4.0	c	180	bcde
5	57.1	cd	4.0	c	156	cdefg
20	57.1	cd	4.5	bc	112	efg
9	53.8	cd	4.0	c	133	defg
7	45.0	d	4.0	c	78	fg
16	45.0	d	4.5	bc	70	g

<sup>1</sup>/Means with the same letters are not significantly different (P < 0.05).

The means of Weibull parameters for the seed lots are listed (Table 6). Ten means of parameter «a», one of parameter «b» and 12 of parameter «c» belong to group a and they were statistically superior to most population means. The shape parameter «c» has a strong genetic influence from maternal parent. Significant effects of family component found in this experiment, are indicative of genetic variation among half-sib families. It was initially discussed that mean

parameter «c» describes among half-sib families. It was initially discussed that mean parameter «c» describes the shape of the curve. Values of «c» near 3.6 (Table 6), like those for families 1 and 13 (3.5), describe a symmetrical curve (approximately normal), which also means a more uniform germination; if «c» decreases below that value (families 2, 19 and 20), the shape of the curve will be possibly skewed (the pronounces tail to the right); shapes negatively skewed, on the other hand, are correlated with values of «c» greater than 3.6 (Families 3, 5, 6 and 7). Several authors (Bonner and

Dell, 1976; Bahler *et al.*, 1989) stated that an increase in parameter «a» and decrease in «b» and «c» are correlated with a decrease in seed quality. The scale factor «b» is inversely associated to increase in germination capacity and germination rate of seed lots, so a faster or more vigorous germination will be reflected in lower values of the parameter «b». Comparing the larger scale parameter of family 19 (2.8) with that of family 6 (1.0), it can be suggested that the firs progeny has a lower seed quality. In this sense, GS and GV parameters suggest the same conclusion.

**Table 6.** Mean comparison test<sup>1</sup> (LSD) of seed germination traits and Weibull's parameters for 20 half-sib ponderosa pine families.

Family Number	Peak Value (PV)		Germination speed (GS)		Weibull's Parameters					
					a	b	c			
15	22.5	ab	0.250	a	2.2	d	1.6	b	7.0	ab
14	22.5	ab	0.250	a	2.8	abc	1.0	e	8.0	a
6	23.8	a	0.250	a	2.6	bcd	1.0	e	8.0	a
12	18.0	bc	0.250	a	3.0	ab	1.1	de	3.0	bcd
11	17.0	cd	0.200	bc	2.9	abc	1.6	b	3.0	bcd
10	19.0	abc	0.225	ab	2.8	abc	1.3	cd	6.0	abc
1	15.5	cde	0.225	ab	2.7	bc	1.5	bc	3.5	bcd
18	15.9	cde	0.225	ab	3.0	ab	1.1	de	3.0	bcd
3	22.5	ab	0.250	a	2.6	bcd	1.0	e	8.0	a
13	17.8	bcd	0.250	a	2.7	bc	1.1	de	3.5	bcd
19	11.7	e	0.183	c	2.8	abc	2.8	a	2.0	cd
2	14.2	cd	0.250	a	3.0	ab	1.1	de	1.0	d
4	15.0	cde	0.200	bc	3.2	a	1.1	de	5.0	abcd
8	17.5	bcd	0.250	a	2.5	cd	1.3	cd	5.0	abcd
17	18.0	bc	0.250	a	2.8	abc	1.1	de	5.0	abcd
5	17.5	bcd	0.250	a	2.6	bcd	1.0	e	8.0	a
20	12.5	de	0.225	ab	3.0	ab	1.2	de	1.0	d
9	16.2	cde	0.250	a	2.6	bcd	1.0	e	8.0	a
7	12.5	de	0.250	a	2.6	bcd	1.0	e	8.0	a
16	11.2	e	0.225	ab	2.7	bc	1.0	e	5.5	abc

<sup>1</sup>/Means with the same letters are not significantly different ( $P \leq 0.05$ )

## Conclusions

1. There was among-family and within-family significant variation associated for all seed traits and Weibull parameters. These findings suggest that analyzed characters are under control of both genetic and environmental control.

2. Czabator's GV and Weibull's parameters were useful criteria to compare overall performance of seed lots. Half-sib families 6, 14, and 15 were consistently superior to the rest of seed lots for germination parameters Arcsine, TOG, PV and GV.

3. Seed weights  $e \gg 60$  mg were positively correlated with high percentages of sound and viable seeds, fast germination (TOG = 3) and higher imbibition rates (IMB).

## Literature cited

- AGER, A.A. and R.F. Stettler. 1983. Local variation in seeds of ponderosa pine. *Can. J. Bot.* 61:1337-1344.
- BAHLER, C., R.R. Hill, Jr., and R.A. Byers. 1989. Comparison of logistic and Weibull functions: The effect of temperature on cumulative germination of alfalfa. *Crop Sci.* 29:142-146.
- BAI, Y., D. Thompson, and K. Broersma. 2004. Douglas fir and ponderosa pine seed dormancy as regulated by grassland seedbed conditions. *J. Range Manage.* 57:661-667.
- BANERJEE, S. and J. Maze. 1988. Variation in growth within and among families of Douglas-fir through a single season. *Can. J. Bot.* 66:2452-2458.
- BARNETT, J.P. 1997. Relating pine seed coat characteristics to speed of germination, geographic variation, and seedling development. *Tree Planters' Notes* 48:38-42.
- BENJAMIN, L.R. 1990. Variation in time of seedling emergence within populations: A feature that determines individual growth and development. *Adv. Agron.* 44:1-25.
- BONNER, F.T. and T.R. Dell. 1976. The Weibull function: A new method of comparing seed vigor. *J. Seed Technol.* 1:96-103.
- BRAMLETT, D.L., R.R. Dell, and W.D. Pepper. 1983. Genetic and maternal influences on Virginia pine seed germination. *Silvae Genet.* 32:1-4.
- DAVIDSON, R.H., D.G.W. Edwards, O. Sziklai, and Y.A. El-Kassaby. 1996. Genetic variation in germination parameters among populations of pacific silver fir. *Silvae Genet.* 45:165-171.
- DURZAN, D.J. 1983. Metabolism of tritiated water during imbibition and germination of jack pine seeds. *Can. J. For. Res.* 13:1204-1218.
- GOSSLING, P.G. 1988. The effect of moist chilling on the subsequent germination of some temperate conifer seeds over a range of temperatures. *J. Seed Technol.* 12:90-98.
- GUMMERSON, R.J. 1989. Seed-bed cultivations and sugar-beet seedling emergence. *J. Agric. Sci. Camb.* 112:159-169.
- HEIDMANN, L.J. and S.M. Haase. 1989. Causes of mortality in outplanted ponderosa pine container seedlings in the southwest. *Tree Planters' Notes* 40:16-19.
- HOFF, R.J. 1987. Dormancy in *Pinus monticola* seed related to stratification time, seed coat, and genetics. *Can. J. For. Res.* 17:294-298.
- KING, J.E. and D.J. Gifford. 1997. Amino acid utilization in seeds of loblolly pine during germination and early seedling growth. *Plant Physiol.* 113:1125-1135.
- KY-DEMBELE, C., M. Tigabu, J. Bayala, and P.C. Odén. 2014. Inter- and intra-provenances variations in seed size and seedling characteristics of *Khaya senegalensis* A. Juss in Burkina Faso. *Agroforestry Syst.* 88:311-320.
- KUEHL, R.O. 1994. Statistical principles of research design and analysis. Duxbury Press. Belmont, C.A.
- LARSON, M.M. 1965. Initial root development of ponderosa pine seedlings as related to germination date and size of seed. *For. Sci.* 9:456-460.
- LONG, T.J. and R.H. Jones. 1996. Seedling growth strategies and seed size effects in fourteen oak species native to different soil moisture habitats. *Trees* 11:1-8.
- MATZIRIS, D. 1998. Genetic variation in cone and seed characteristics in a clonal seed orchard of Aleppo pine grown in Greece. *Silvae Genet.* 47:17-41.
- MAZE, J., S. Banerjee, and Y.A. El-Kassaby. 1989. Variation in growth rate within and among full-sib families of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Can. J. Bot.* 67:140-145.
- MAZE, J. and S. Banerjee. 1989. A comparison of variation of *Pseudotsuga menziesii* seedlings from genetically defined and undefined sources. *Can. J. Bot.* 67:945-947.
- McLEMORE, B.F. 1966. Temperature effects on dormancy and germination of loblolly pine seed. *For. Sci.* 12:284-289.
- MEXAL, J.G. and J.T. Fisher. 1987. Size hierarchy in conifer seedbeds. 1. Time of emergence. *New Forests* 3:187-196.
- MOORE, M.B. and F.A. Kidd. 1982. Seed source variation in induced moisture stress germination of ponderosa pine. *Tree Planters' Notes* 33:12-14.
- MTAMBALIKA, K., C. Munthali, D. Gondwe, and E. Missanjo. 2014. Effect of seed size of *Azalia quanzensis* on germination and seedling growth. *Int. J. For. Res.* 2014:1-5.
- PARKER, W.C., T.L. Noland, and A.E. Morneault. 2006. The effect of seed mass on germination, seedling emergence, and early seedling growth of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *New Forests* 32:33-49.
- PASQUINI, N.M. and G.E. Defossé. 2012. Effects of storage conditions and pre-chilling periods on germinability of *Pinus ponderosa* seeds from Patagonia, Argentina: preliminary study. *Bosque* 33(1):99-103.
- PERRY, T.O. 1976. Maternal effects on the early performance of trees progenies. pp. 474-481. *IN: M.G.R. Cannell and F.T. Last (eds.). Tree physiology and yield improvement.* Academic Press, New York.
- PERRY, T.O. and W.L. Hafley. 1981. Variation in seedling growth rates: Their genetic and physiological bases. pp. 288-301. *IN: Proceedings: Southern Forest Tree Improvement Conference.* Louisiana State University, Division of Continuing Education in Cooperation with Southern Forest Experimental Station, USDA, Forest Service.
- RANAL, M. and D. Garcia de Santana. 2006. How and why to measure the germination process?. *Revista Brasil. Bot.* 29:1-11.

- RINK, G., R.R. Dell, G. Switzer, and F.T. Bonner. 1979. Use of the Weibull function to quantify sweetgum germination data. *Silvae Genet.* 7:319-329.
- ROACH, D. and R. Wulff. 1987. Maternal effects in plants. *Ann. Rev. Ecol. Sys.* 18:209-235.
- SILEN, R. and C. Osterhaus. 1979. Reduction of genetic base by sizing of bulked Douglas-fir seed lots. *Tree Planters' Notes* 30:24-30.
- SORENSEN, F.C. and R.K. Campbell. 1985. Effect of seed weight on height growth of Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*] seedlings in a nursery. *Can. J. For. Res.* 15:1109-1115.
- SORENSEN, F.C. and D.W. Cress. 1994. Effects of sib mating on cone and seed traits in coastal Douglas-fir. *Silvae Genet.* 43:338-345.
- ST. CLAIR, J.B. and W.T. Adams. 1993. Family composition of Douglas-fir nursery stock as influenced by seed characters, mortality, and culling practices. *New Forests* 7:319-329.
- STEEL, R. y J.H. Torrie. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. John Wiley & Sons.
- TILLMAN-SUTELA, E. and A. Kauppi. 1995. The morphological background to imbibition in seeds of *Pinus sylvestris* L. of different provenances. *Trees* 9:123-133.
- TIMONIN, M.I. 1964. Interaction of seed-coat microflora and soil microorganisms and its effects on pre- and post-emergence of some conifer seedlings. *Can. J. Microbiol.* 10(1):17-22.
- TERSNIK, V.V., J.A. Feurtado, C. Ren, S.R. Abrams, and A.R. Kermode. 2005. Water uptake and oil distribution during imbibition of seeds of western white pine (*Pinus monticola* Dougl. Ex D. Don). *Planta* 221:17-27.
- WEBER, J.C. and F.C. Sorensen. 1992. Geographic variation in speed of seed germination in central Oregon ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws.). Pacific Northwest Forest & Range Experiment Station. Res. Pap. PNW-RP-444. Portland, OR: USDA, Forest Service, 12 p.
- WOODSTOCK, L.W. 1988. Seed imbibition: A critical period for successful germination. *J. Seed Technol.* 12:1-15. 

---

Cite this paper as:

Rivera-Figueroa, C. H., J. G. Mexal and D. L. Clason. 2018. Components of phenotypic variance of seed traits and germination characteristics of 20 ponderosa pine half-sib families. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 12(3):150-159.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.189>

# Dinámica poblacional del pez *Haemulon melanurum* (Teleostei: Haemulidae) del archipiélago Los Frailes, Venezuela

Population dynamics of the fish *Haemulon melanurum* (Teleostei: Haemulidae) from Los Frailes Archipelago, Venezuela

LUISANA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, NORA ESLAVA<sup>2,3</sup>, LEO WALTER GONZÁLEZ<sup>2</sup> Y FRANCISCO GUEVARA<sup>2</sup>

Recibido: Febrero 9, 2019

Aceptado: Marzo 11, 2019

## Resumen

En el estado Nueva Esparta, Venezuela, el mapurite *Haemulon melanurum* se ha convertido en un recurso con una alta demanda para el consumo debido a su bajo costo. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue estimar el crecimiento y la mortalidad de este recurso con la finalidad de sugerir medidas de manejo. Se realizaron muestreos mensuales desde enero hasta diciembre 2015 obteniéndose 2,473 ejemplares y se registró la longitud total (cm) y peso (g) de cada ejemplar. Se demostró que no existe diferencia entre sexos con respecto a la longitud ( $t_s = 1.53$ ;  $p > 0.05$ ), por lo que se estimó la relación longitud-peso para ambos sexos:  $P=0.0116 * L^{3.064}$ , mostrando un crecimiento alométrico. Se utilizaron las rutinas del paquete FiSAT para estimar los parámetros del modelo de crecimiento individual de von Bertalanffy:  $L_\infty=33.38$  cm,  $k=0.42$ /año,  $P_\infty=539.10$ g,  $t_0=-0.38$  años. Se calculó una edad máxima de 7 años  $\approx$ . El índice de crecimiento phi prima fue  $\phi' = 2.67$ . La tasa de mortalidad natural ( $M=0.98$ /año), mortalidad por pesca ( $F=2.70$ /año) y mortalidad total ( $Z=3.69$ /año) fueron altas. La tasa de explotación ( $E=0.73$ /año) indican que es probable que *H. melanurum* esté sobreexplotado por la pesca artesanal en el archipiélago Los Frailes.

**Palabras clave:** parámetros poblacionales, pesca artesanal.

## Abstract

The cottonwick grunt *Haemulon melanurum* has become a low cost food resource in high demand in Nueva Esparta state, Venezuela. In this sense, the objective of the present study was to estimate the growth and mortality of this resource in order to suggest management measures. We collected samples monthly from January to December 2015, obtaining 2,473 specimens. Total length (cm) and weight (g) were determined for each specimen. No sexual dimorphism was shown with respect to length ( $t_s = 1.53$ ;  $p > 0.05$ ). Thus, one length-weight ratio was established for both sexes:  $W=0.0116 * L^{3.064}$ , showing an allometric growth. FiSAT package routines were used to estimate the growth parameters of the individual growth model of von Bertalanffy:  $L_\infty = 33.38$  cm,  $k=0.42$ /año,  $P_\infty=539.10$  g,  $t_0 = -0.38$  years  $\approx$ . The maximum age was  $A_{0.95}=7$  years  $H \approx$ . The growth index ( $\phi'$ ), showed a value of 2.67. The rates of natural mortality ( $M = 0.98$ /year), fishing mortality ( $F = 2.70$ /year) and total mortality ( $Z = 3.69$ /year) were high. The exploitation rate ( $E = 0.73$ /year) indicates that *H. melanurum* is likely overexploited by the artisanal fishers in Los Frailes Archipelago.

**Keywords:** population parameters, artisanal fishers.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD DE ORIENTE. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Boca del Río, isla de Margarita, Venezuela

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD DE ORIENTE. Instituto de Investigaciones Científicas, Boca del Río, isla de Margarita, Venezuela

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: neslava20@yahoo.es



## Introducción

**E**n Venezuela existen 14 especies de peces que pertenecen al género *Haemulon*, las cuales constituyen un importante recurso pesquero y tienen gran demanda para el consumo humano, por lo que han adquirido valor comercial en la región (Acosta, 2011).

El *Haemulon melanurum* habita en fondos someros, rocosos y/o coralinos, abundante en áreas de aguas claras, de tipo oceánico, que en aguas neríticas, se ha capturado hasta 50 m de profundidad y alcanza talla de 32.5 cm de longitud total con un peso de 550 g (Cervigón, 1993). Se captura principalmente con nasa, cordel y red, y no tiene medidas de regulación de pesca (González *et al.*, 2006). Esta especie está distribuida desde la península de Yucatán hasta Brasil, incluyendo los Cayos de Florida, Bahamas, Bermuda, Antillas Mayores y Antillas Menores (Granado, 1989).

A menudo se observa en los desembarques de la pesquería artesanal de la costa nordeste de la isla de Margarita, donde se ubica la comunidad de El Tirano que opera una flota constituida por embarcaciones tipo peñero de 6 a 9 m de eslora con motor fuera de borda de 40 a 75 HP y con 3 a 4 marinos a bordo que faenan en el archipiélago Los Frailes. La composición de la captura comúnmente está representada por 22 familias de peces con 51 especies, destacando por sus volúmenes: Lutjanidae (6), Balistidae (3), Priacanthidae (1) y Haemulidae (9) (González *et al.*, 2017). Según las estadísticas pesqueras oficiales de Venezuela los desembarques de *H. melanurum* en el estado Nueva Esparta alcanzaron las 120 toneladas (INSOPESCA, 2016). Teniendo en cuenta las características multi-específicas de la pesquería artesanal en el archipiélago Los Frailes y los antecedentes de tasas altas de explotación en *Orthoristis ruber* (Guerrieri *et al.*, 2015), *Canthidermis sufflamen* (Alarcón *et al.*, 2017) y *Haemulom plumieri* (González *et al.*, 2019), se hizo necesario el estudio de la dinámica poblacional de esta especie para un apropiado manejo del recurso.

Los parámetros de crecimiento difieren de una especie a otra, pero también pueden variar de una población a otra dentro de una misma especie; es decir, los parámetros de crecimiento de una especie en particular pueden tener diferentes valores en distintas zonas de su distribución. Las cohortes sucesivas crecen de forma diferente según las

condiciones ambientales (Tresierra *et al.*, 2013), y el número de individuos de una cohorte disminuye a causa de la mortalidad. Existen dos causas de mortalidad a las que se encuentran expuestos los peces a lo largo de su ciclo de vida: la mortalidad natural y la mortalidad por pesca, el conjunto de ambas mortalidades conforman la mortalidad total (Csirke, 1980). La mortalidad natural difícilmente puede estimarse debido a que el hombre no puede hacer variar directamente este tipo de mortalidad; por ello, para fines de obtener estimados de los parámetros poblacionales, se supone que la mortalidad natural es constante y que en los primeros estadios de vida es elevada, ya que a esta edad son más vulnerables a los depredadores. Por el contrario, la mortalidad por pesca es una variable que sí puede controlar el hombre, de modo que existen métodos que permiten separar estos dos componentes para evaluar el efecto de la pesca en el recurso (Tresierra *et al.*, 2014). Así mismo, se supone que los peces pequeños sufren menos mortalidad por pesca que los más grandes, bien porque aún no han emigrado a las áreas de pesca o porque escapan a través de las mallas del arte debido a la selectividad del mismo (Sparre y Venema, 1997).

En las pesquerías tropicales el gran reto de la ordenación pesquera es escoger e instrumentar las mejores estrategias de gestión para alcanzar estos objetivos, a pesar del hecho de que siempre habrá vacíos e incertidumbres en el conocimiento requerido para tomar decisiones y ejecutar acciones bien informadas. Estudiar la biología y dinámica poblacional de un recurso es importante, aunque no es suficiente para ordenar, sobre todo en una pesquería multiespecífica, donde los factores sociales y económicos a veces llevan a las sociedades humanas a sobreexplotar e inclusive colapsar sus recursos pesqueros. La conservación de las pesquerías artesanales solo es posible a través de una comprensión integrada de las relaciones entre los stocks pesqueros y las comunidades que los explotan.

## Materiales y métodos

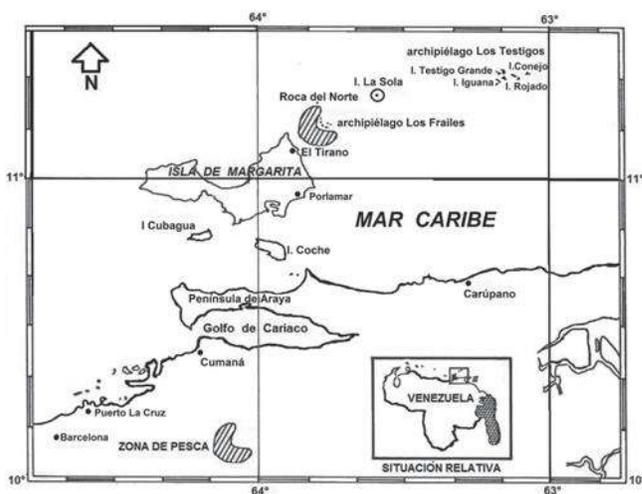
Los ejemplares de *H. melanurum* procedieron de la captura comercial con nasa tipo antillano de la flota artesanal de El Tirano. La nasa es una caja hexagonal (largo 1.0 a 1.5 m, ancho 1.45 a 2 m, altura 40 a 70 cm, boca 30 a 50 cm y abertura de malla de 5 cm) constituida de tres partes, A: caras o tapas de malla de plástico, B: laterales o ruedos y C: boca de forma de embudo de tela de malla de alambre galvanizado (Rivas, 2014; Van der Biest, 2016) (Figura 1). Estas trampas son colocadas sin carnada en «enyugue» (grupo de tres o más nasas unidas por una cuerda y separadas a una distancia de 15 a 20 m) sobre el fondo marino (González *et al.*, 2006) a una profundidad aproximada de 20 a 40 m. La flota faena en el archipiélago Los Frailes (11° 11'2 y 11° 14'2 Latitud Norte - 63° 4'22 y 63° 4'62 Longitud Oeste), el cual está conformado por siete islotes que en total ocupan aproximadamente una superficie de 1.69 km<sup>2</sup> y se encuentra a una distancia de 14 km del nordeste de Margarita (Puerto Fermín) (Figura 2) (Cervigón, 1992).

**Figura 1.** Estructura de la nasa hexagonal tipo antillano. A: caras o tapas, B: Laterales o ruedos, C: Boca (Tomado de Van der Biest, 2016).



Los ejemplares de *H. melanurum* utilizados en este estudio fueron muestreados semanalmente en la playa de El Tirano desde enero hasta diciembre 2015, obteniendo un mínimo de 200 individuos por mes. A cada ejemplar se determinó su longitud total (L) en cm, comprendida desde el extremo anterior de la boca hasta el extremo posterior de los radios más largos de la aleta caudal, utilizando un ictiómetro marca Wildco modelo 118 con apreciación de 1 mm, y el peso total sin eviscerar (P) en g mediante una balanza electrónica marca Sartorius modelo 1106 con precisión de 0.01 g y 1 kg de capacidad máxima. La identificación del sexo se realizó mediante la observación de las gónadas según Holden y Raitt (1975).

**Figura 2.** Ubicación de la zona de pesca del archipiélago Los Frailes, Venezuela (Modificado de González *et al.* (2001).



Las diferencias estadísticas significativas entre las longitudes por sexo se precisaron con la aplicación de la prueba t-student (Zar, 1996). La relación entre longitud y peso se determinó mediante la ecuación potencial de Ricker (1975):  $P = a * L^b$ ; donde P es el peso total (g), L es la longitud total (cm), a es la intersección con el eje y, b es la pendiente de la curva que indica la isometría o alometría en el crecimiento. Las constantes a y b fueron estimadas por el método de mínimos cuadrados, previa linealización de los datos mediante una transformación logarítmica (ln). Se aplicó la hipótesis del crecimiento isométrico (Ricker, 1975) mediante la prueba t-student con un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Walpole *et al.*, 2012).

Los parámetros de crecimiento, longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) y coeficiente de curvatura (k) de la ecuación de Von Bertalanffy se estimaron con el método indirecto del análisis de la distribución mensual de frecuencia de longitudes de *H. melanurum* con un rango de 1 cm. Se usaron las rutinas del paquete FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (Gayanilo *et al.*, 1996). Se estimó una longitud asintótica preliminar aplicando el Método de Powell (1979) y Wetherall (1986), que permitió determinar el coeficiente de crecimiento (k) a través de la rutina ELEFAN I (Pauly y David, 1981), previa reestructuración de la frecuencia de longitudes. Para la optimización de los parámetros de  $L_{\infty}$  y k se empleó

el procedimiento de Gulland y Holt (1959) asociado a la misma rutina, previo análisis de la progresión modal utilizando para ello la descomposición de las distribuciones mensuales de longitudes según el Método de Bhattacharya (1967).

Una vez determinadas las medias de los grupos modales por mes, estas se unieron entre meses para obtener los datos del incremento de crecimiento. Se calculó el  $t_0$  de acuerdo a la fórmula indicada por Pauly (1979):  $\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_\infty - 1.038 \log_{10} k$ ; donde  $t_0$  es la edad teórica en que el organismo tiene talla cero,  $L_\infty$  es la longitud asintótica o longitud máxima promedio y  $k$  es el coeficiente de crecimiento o coeficiente de curvatura.

El peso asintótico se estimó mediante la fórmula de Csirke (1980):  $P_\infty = a * L_\infty^b$ ; donde  $P_\infty$  es el peso asintótico o peso máximo promedio. Para el cálculo de la longevidad se utilizó la ecuación de Taylor (1958):  $A_{0.95} = t_0 + 2.996 / k$  donde  $A_{0.95}$  es la edad máxima o tiempo requerido para alcanzar el 95% de la longitud máxima del pez ( $L_\infty$ ). Una vez calculados los parámetros de la ECVB ( $L_\infty$ ,  $k$  y  $t_0$ ), se establecieron las curvas de crecimiento ajustadas al modelo de von Bertalanffy (1938) en longitud y peso respectivamente, hasta la edad límite, según las siguientes ecuaciones:  $L = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ ;  $P = P_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ . Se determinó el índice de desempeño del crecimiento phi prima ( $\phi'$ ) de acuerdo a la fórmula de Pauly y Munro (1984):  $\phi' = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_\infty$ .

La mortalidad natural ( $M$ ) se calculó utilizando la ecuación de Pauly (1980):  $\log_{10}(M) = -0.0066 - 0.279 \log_{10} L_\infty + 0.6543 \log_{10} k + 0.4634 \log_{10} T^\circ$ ; utilizando la temperatura superficial del mar medio anual ( $T^\circ = 29^\circ\text{C}$ ) según el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (CIIFEN) para la región nororiental de Venezuela. La mortalidad total ( $Z$ ) se estimó mediante el método de la curva de captura linealizada basada en datos de longitud (Pauly, 1983). La mortalidad por pesca ( $F$ ) se determinó de la diferencia entre  $Z$  y  $M$ , y la tasa de explotación ( $E$ ) según Gulland (1971):  $E = F / Z$  quien indicó que la tasa de explotación óptima ( $E_{\text{óptima}}$ ) ocurre cuando  $E = 0.5/\text{año}$ .

## Resultados y discusión

Se examinó un total de 2,473 individuos, cuyas longitudes variaron desde 14.5 hasta 39 cm, con promedio de 20.46 cm ( $\pm 1.47$ ), y los pesos oscilaron entre 49 y 880 g, con un promedio de 123.51 g ( $\pm 33.84$ ) (Cuadro 1). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de la longitud entre hembras y machos (con  $\alpha = 95\%$  y 398 grados de libertad,  $t_{\text{scal}} = 1.533$ ;  $p > 0.05$ ) por lo que se determinó el crecimiento y la mortalidad para los sexos combinados. Las longitudes encontradas en el presente trabajo coinciden con los resultados expuestos por Granado (1989) en la isla La Blanquilla y el archipiélago Los Frailes, Venezuela (14.4 y 37.3 cm) y difieren con los de Billings y Munro (1974) en los arrecifes de Port Royal, Jamaica (17.7 y 23.5 cm). Los pesos determinados oscilaron entre 49 y 880 g, lo cual contrasta con los resultados expuestos por Granado (1989) cuyos pesos variaron entre 41.5 y 750 g.

En los meses estudiados, excepto en abril, se observó que *H. melanurum* presentó la mayor frecuencia de longitudes desde 18 hasta 23 cm, siendo la moda la longitud de 20 cm (Figura 3). La mayor cantidad de ejemplares se encontró en los meses de enero, marzo y julio. La ausencia de tallas menores se debe, a dos posibles causas: 1) la selectividad del arte de pesca utilizado en la captura comercial, en este caso la nasa, donde la selectividad estuvo en función de la estructura y tamaño de malla que controla la retención y fuga de los peces, debido a que la entrada (boca) regula el tamaño máximo y la malla de revestimiento limita la talla mínima retenida (Alarcón *et al.*, 2017); y 2) la disponibilidad del recurso en el área de pesca, porque los juveniles se encuentran en zonas de crecimiento hasta el desarrollo de las gónadas, momento en que se reclutan al stock de adultos, es decir, probablemente exista una segregación espacial en esta especie (Lindeman, 1989). Longitudes superiores a las del muestreo se capturan con cordel (Juan Miguel Rodríguez 2017, com. pers.); por otra parte, González *et al.* (2017) determinaron que la nasa es el arte principal utilizado en la pesca artesanal en el archipiélago Los Frailes y como arte secundario el cordel.

**Cuadro 1.** Ejemplares recolectados de *Haemulon melanurum* de enero a diciembre 2015 en el archipiélago Los Frailes, Venezuela.

Mes	N	Longitud (cm)			Peso (g)		
		Min-Max	Media	DE ±	Min-Max	Media	DE ±
Enero	233	17.5-25	20.34	1.18	72-222	114.22	23.64
Febrero	164	15.5-23	20.01	1.12	49-181	111.91	19.45
Marzo	231	17.5-23.5	20.55	0.97	79-179	120.51	18.38
Abril	207	14.5-39	21.01	3.26	53-880	144.85	112.77
Mayo	206	17-25.6	20.82	1.71	70-264	130.12	35.90
Junio	203	17-28	20.36	1.43	70-366	119.33	31.54
Julio	239	17-24.2	20.02	1.12	71-214	113.93	22.20
Agosto	229	18.4-25	21.17	1.26	82-253	144.14	30.57
Septiembre	179	16.9-27.5	20.87	1.96	69-322	134.26	44.54
Octubre	200	16.5-24.5	19.85	1.28	65-232	113.31	24.52
Noviembre	208	17-25.8	20.53	1.24	71-235	119.93	21.46
Diciembre	174	17.2-23.4	20.01	1.12	73-177	115.67	21.06
<b>Total</b>	<b>2,473</b>		<b>20.46</b>	<b>1.47</b>		<b>123.51</b>	<b>33.84</b>

*n* = número ejemplares examinados; Min = valor mínimo; Max = valor máximo; Media = valor medio; DE = desviación estándar.

### Crecimiento

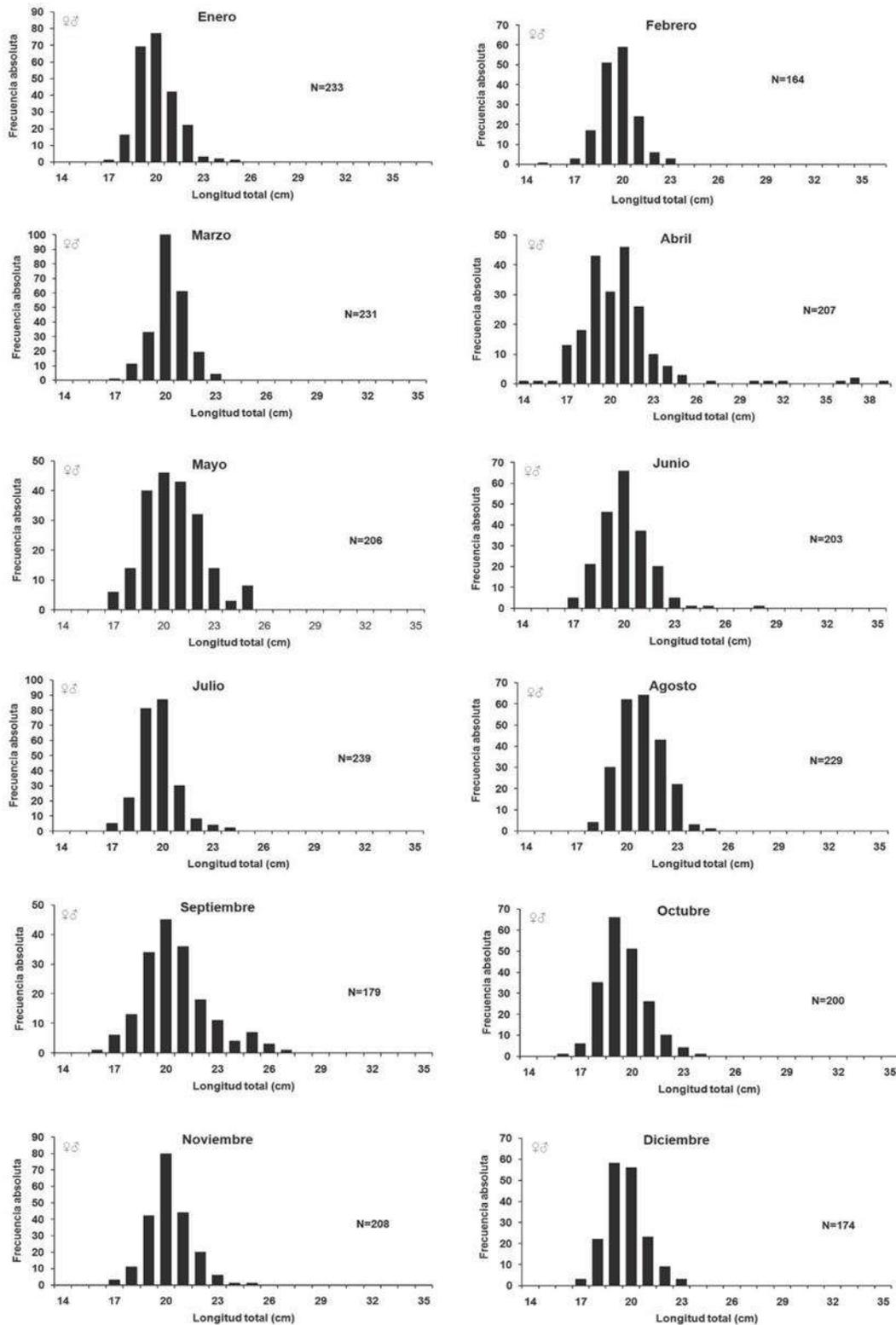
La relación longitud-peso quedó establecida por la ecuación:  $P = 0.0116 * L^{3.064}$  siendo la constante *b* significativamente mayor a 3 ( $t_{0.05(1)(2,473)} = 3.13$ ;  $p > 0.05$ ), demostrando un crecimiento alométrico (Figura 4). La relación longitud-peso de *H. melanurum*, evidenció un crecimiento alométrico con una pendiente mayor de 3, lo cual significa que a medida que los individuos crecen se modifican sus proporciones corporales, siendo, en este caso, más pesados para la longitud que tienen; resultado que coincide con los obtenidos por Granado (1989), quien menciona que *H. melanurum* presenta un crecimiento alométrico mayorante. La relación longitud-peso puede variar entre las especies y estar relacionada con el tamaño de la muestra, época de año, alimentación, estado de madurez, condiciones ambientales y con el rápido crecimiento de las primeras etapas de vida, ya que durante el desarrollo el pez pasa por diferentes fases, donde cada una de ellas puede presentar una determinada relación entre la longitud y el peso (Gómez *et al.*, 2002).

Mediante la aplicación del Método de Powell (1979) y Wetherall (1986) se realizó una primera estimación de la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) igual a 38.58 cm la cual fue utilizada como dato de entrada en la rutina

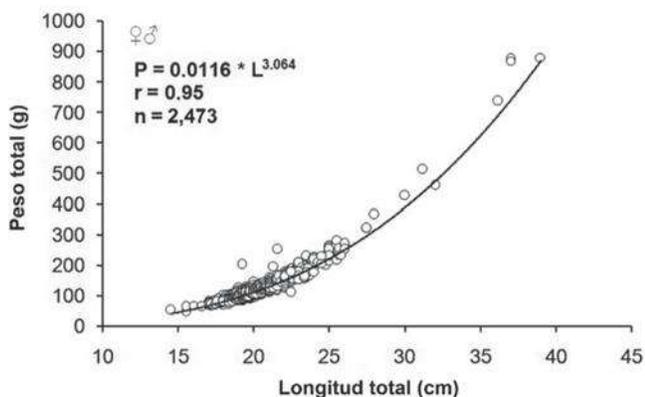
ELEFANI para la estimación de *k* mediante la superficie de respuesta. Luego de varias corridas, se obtuvo un  $k = 0.42/\text{año}$  y una  $L_{\infty} = 33.38$  cm, con una bondad de ajuste entre ambos parámetros de  $R_n = 0.26$ . Con los valores de  $L_{\infty}$  y *k* calculados mediante el ELEFANI, se

estimó el  $t_0 = -0.38$  años, lo que permitió finalmente determinar la edad límite  $A_{0.95} = 7$  años. Con los valores de las constantes  $a = 0.0116$  y  $b = 3.064$  de la relación longitud-peso y el de  $L_{\infty} = 33.38$  cm se estimó el  $P_{\infty} = 539.10$  g. La curva de crecimiento en longitud describió una curva de tipo exponencial, acelerado en el primer año de vida alcanzando aproximadamente el 44% de su  $L_{\infty}$ , luego la tasa de crecimiento va disminuyendo a medida que la edad aumenta, hasta hacerse casi constante para alcanzar la  $L_{\infty}$  (Figura 5A); sin embargo, la curva de crecimiento en peso se comporta de manera sigmoidea, presentando un lento crecimiento en el primer año de vida y posteriormente lo hace de forma exponencial hasta alcanzar el peso de 230.85 g, luego se produce una inflexión y el crecimiento se va haciendo cada vez más lento hasta alcanzar su  $P_{\infty}$  (Figura 5B). El índice de desempeño de crecimiento phi prima fue  $\phi' = 2.67$  y representó la constante de la relación estadística intraespecífica de la tasa de crecimiento (*k*) y la estimación de la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) de *H. melanurum* del archipiélago Los Frailes.

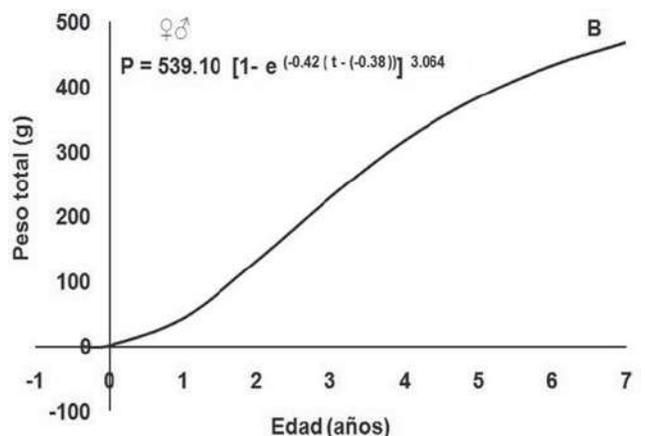
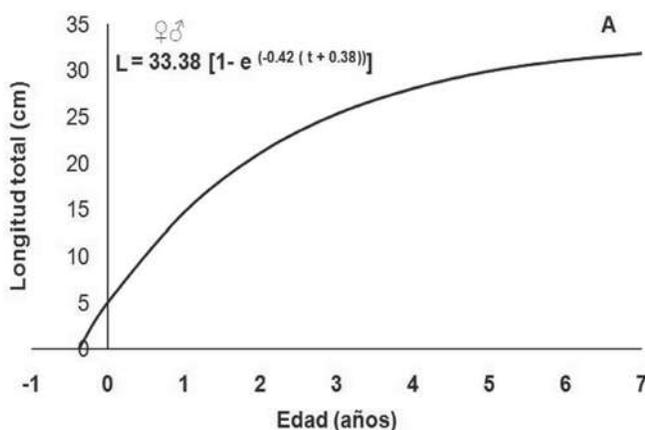
**Figura 3.** Distribución de frecuencia de longitudes mensuales de *Haemulon melanurum* de enero a diciembre 2015 en el archipiélago Los Frailes, Venezuela.



**Figura 4.** Relación longitud-peso de *Haemulon melanurum* del archipiélago Los Frailes, Venezuela de enero a diciembre 2015.



**Figura 5.** A. Curva de crecimiento en longitud. B. Curva de crecimiento en peso de *Haemulon melanurum* según el modelo de Von Bertalanffy (1938) del archipiélago Los Frailes, Venezuela de enero a diciembre 2015.



La longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) determinada para *H. melanurum* estuvo por debajo de la máxima talla encontrada en el muestreo, debido a que gran parte de las longitudes utilizadas para la estimación de este parámetro estuvieron comprendidas entre 14 y 27 cm, y las tallas mayores fueron muy pocas (8 ejemplares). La  $L_{\infty}$  y el  $k$  pueden diferir de una especie a otra o pueden variar de una población a otra dentro de una misma especie (Sparre y Venema, 1997). Sin embargo, las variaciones de estos parámetros podrían deberse a diferencias de crecimiento por habitar en distintas latitudes que presentan características (como la temperatura y el fotoperiodo), propias de dichas regiones, las cuales pueden variar estacionalmente y están correlacionadas con los cambios en la abundancia y calidad del alimento (ciclos de producción del mar); los regímenes de explotación a los que están sometidos o por la metodología utilizada (Bravo *et al.*, 2009).

Con respecto a las curvas de crecimiento en longitud y en peso, Csirke (1980) explica que el crecimiento en longitud suele ser muy rápido en los primeros años de vida, pero va disminuyendo a medida que la edad aumenta, hasta alcanzar su longitud asintótica. Sin embargo, el crecimiento en peso describe una curva sigmoidea. En las primeras etapas de vida del pez el incremento en peso es muy lento, luego el crecimiento se va acelerando, hasta desarrollar una velocidad máxima cuando el pez ha alcanzado aproximadamente 1/3 de su peso máximo. Posteriormente se produce una inflexión y el crecimiento va disminuyendo cada vez, con lo cual el pez se va acercando a su peso asintótico.

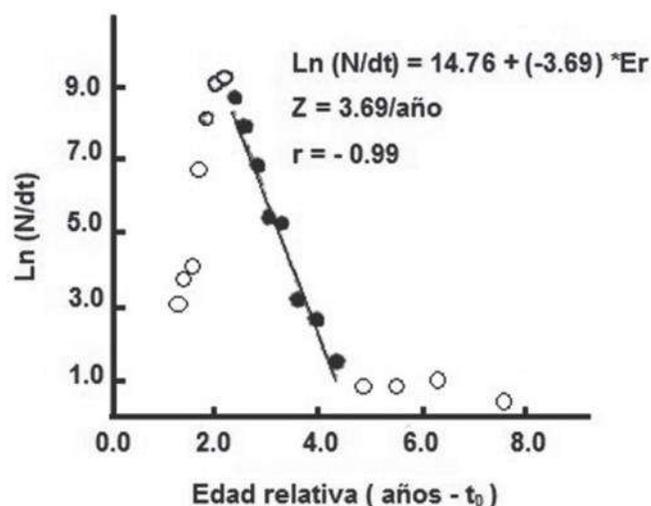
#### Mortalidad

La mortalidad natural ( $M$ ) se determinó en 0.99/año, y la mortalidad total ( $Z$ ) en 3.69/año (Figura 6). Con las mortalidades natural y total estimadas se calculó la mortalidad por pesca ( $F = 2.69$ /año) y la tasa de explotación ( $E = 0.73$ /año).

El valor de  $M$  obtenido induce a pensar que *H. melanurum* presenta una elevada mortalidad natural, probablemente relacionada a la alta depredación, así como a las altas temperaturas del agua, típicas de las regiones tropicales, que aceleran los procesos

biológicos (Pauly, 1979). Además, la misma especie puede tener diversas tasas de mortalidad natural en diferentes áreas, dependiendo de la densidad de depredadores y competidores (Sparre y Venema, 1997; Bravo *et al.*, 2009). La pesca actúa sobre la población como otro factor de mortalidad, que se suma a las otras causas de mortalidad y que en gran parte está sujeta a los deseos o habilidades del hombre (Csirke, 1980; Guerrieri *et al.*, 2015). El valor de  $Z$  estimado es alto. Sparre y Venema (1997) indican que una alta tasa de mortalidad total también sugiere un fuerte impacto de la pesca, cuyo efecto directo causa cambios en la abundancia, con relación a un ecosistema en equilibrio, además, también afecta a la estructura de tallas, con una reducción en las tallas máximas (Guerrieri *et al.*, 2015).

**Figura 6.** Estimación de la mortalidad total ( $Z$ ) de *Haemulon plumieri* a partir del método de la curva de captura linealizada del archipiélago Los Frailes, Venezuela de enero a diciembre 2014. ● Valores considerados en la regresión lineal.



La tasa de explotación estimada demostró que la población se encuentra sobreexplotada, probablemente debido a que esta especie forma parte de la pesca incidental, como ocurre con *Haemulon plumieri* en el archipiélago Los Frailes (González *et al.*, 2019); cabe mencionar que la sobrepesca puede tener lugar cuando los reclutas son capturados antes de alcanzar la talla necesaria, produciéndose una sobrepesca de crecimiento.

## Conclusiones

Se concluye que *H. melanurum* no evidencia dimorfismo sexual con respecto a la longitud y presenta un crecimiento lento con una alta tasa de explotación, lo cual demuestra que la especie está sobre explotada mediante el uso de nasa por la pesca artesanal en el archipiélago Los Frailes, que estaría ocasionando un fuerte impacto en la pesca, cuyo efecto podría causar cambios en la abundancia y también en la estructura del stock, con una reducción en las tallas máximas, como está ocurriendo con otras especies.

## Recomendaciones

Teniendo en cuenta las características multi-específicas de las pesquerías artesanales, se sugiere a la administración pesquera implementar nuevas políticas de gestión que concilie, en primer término, los objetivos de sostenibilidad biológica, económica y social; y en segundo término, adoptar dispositivos de gestión con fines de manejo.

## Agradecimientos

A Juan Miguel Rodríguez, presidente de la Asociación de Pescadores Artesanales Virgen de El Carmen por su apoyo logístico en la toma de datos durante el desembarco en la playa de El Tirano. A los revisores de la Revista Tecnociencia Chihuahua por sus observaciones y correcciones acertadas al manuscrito.

## Literatura Citada

- ACOSTA, J. 2011. Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de cuatro especies de la familia Haemulidae en el golfo de Cariaco, Venezuela. (Tesis de pregrado). Cumaná: Universidad de Oriente, Venezuela.
- ALARCÓN, M., N. Eslava, L.W. González, y F. Guevara. 2017. Crecimiento y mortalidad del pez *Canthidermis sufflamen* (Perciformes: Balistidae) de los archipiélagos Los Frailes y Los Testigos, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 65(3):858-867.
- BHATTACHARYA, C. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- BILLINGS, C. V. and J. L. Munro. 1974. *The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Pomadasysidae (Grunts)*. Part Va. Res. Rep. 2001. Kingston, Jamaica: University of the West Indies. 3:1-128.

- BRAVO, E., N. Eslava, y L. W. González. 2009. Crecimiento y mortalidad del pez *Haemulon aurolineatum* (Teleostei: Haemulidae) en el suroeste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 57(2):1-7.
- CERVIGÓN, F. 1992. *Las Dependencias Federales*. Editorial Ex Libris. Caracas, Venezuela. 159 p.
- CERVIGÓN, F. 1993. *Los peces marinos de Venezuela*. Vol. II. Impresión Cromotip. Caracas, Venezuela. 497 p.
- CSIRKE, J. 1980. *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces* (Documento Técnico de Pesca No.192). Roma, Italia: FAO. 82 p.
- GAYANILO, F. C. Jr., P. Sparre, and D. Pauly. 1996. *FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). User's manual*. FAO Computerized Information Series. (Fisheries No. 8). Rome, Italy: FAO. 126 p.
- GÓMEZ, G., R. Guzmán, y R. Chacón. 2002. Algunos aspectos de la biología reproductiva y poblacional del torroto, *Genyatre musluteus* (Bloch, 1797) (Pisces: Haemulidae) en el golfo de Paría, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 20(2):223-234.
- GONZÁLEZ, D., N. Eslava, L. W. González, y F. Guevara. 2019. Crecimiento y mortalidad de *Haemulon plumieri* (Perciformes: Haemulidae) del archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Revista de Biología Tropical: En edición administrativa*.
- GONZÁLEZ, L. W., N. Eslava, F. Guevara, F. Díaz, y J.M. Rodríguez. 2017. Evaluación de la pesquería artesanal de El Tirano, isla de Margarita, Venezuela, durante la temporada de pesca enero-diciembre 2012. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 51(1):43-58.
- GONZÁLEZ, L.W., N. Eslava, y F. Guevara. 2006. *Catálogo de pesca artesanal del estado Nueva Esparta, Venezuela*. Editorial Radoca C.A. Cumaná, Venezuela. 222 p.
- GONZÁLEZ, L. W., N. Eslava, y F. Guevara. 2001. Análisis de la pesca artesanal del pargo gallo (*Lachnolaimus maximus*) (Teleostei: Labridae) en el archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 35(3):272-282.
- GUERRIERI, A., N. Eslava, L. W. González, y F. Guevara. 2015. Parámetros de crecimiento y mortalidad de *Orthopristis ruber* (Perciformes: Haemulidae) en el archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 63(1): 189-198.
- GULLAND, J. 1971. *The fish resources of the oceans*. Fishing News Books Ltd. Surrey, England. 255 p.
- GULLAND, J. and S. Holt. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 25:47-49.
- GRANADO, A. 1989. Aspectos biológicos de *Haemulon melanurum* de las islas La Blanquilla y Los Frailes, Venezuela. (Tesis de maestría) Cumaná: Universidad de Oriente, Venezuela.
- HOLDEN, M. y D. Raitt. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. (Documento Técnico de Pesca No.115. Rev. 1). Roma, Italia: FAO. 211 p.
- INSOPECA. 2016. Estadísticas pesqueras. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Gobierno Bolivariano de Venezuela. pag. var.
- LINDEMANN, K. 1989. Coastal construction, larval settlement, and early juvenile habitat use in grunts, snappers and other coastal fishes of southeast Florida. *Bulletin Marine Science* 44(2):1068-1089.
- MUNRO, J. and D. Pauly. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1(1):5-6.
- PAULY, D. 1979. Theory and Management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. International Center for Living Aquatic Resources Management. *Studies and Review* 1:1-35.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *International Council for the Exploration of the Sea* 39(2):175-192.
- PAULY, D. 1983. *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales* (Documento Técnico de Pesca 234). Roma, Italia: FAO. 49 p.
- PAULY, D. and N. David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung* 28(4):205-211.
- PAULY, D. and J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *International Center for Living Aquatic Resources Management, Fishbyte* 2(1):1-21.
- POWELL, D. 1979. Estimation of mortality and growth parameters for the length frequency of a catch. Raport process-V Réunion Conseil International pour L'Exploitation de la Mer. 175:167-169.
- RICKER, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Department of Environmental Fisheries and Marine Service. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* 191, 382.
- RIVAS, M. 2014. Estimación de los parámetros pesqueros de la pesca con nasa y su asociación con variables ambientales en el archipiélago Los Frailes, durante el periodo enero-diciembre 2012. (Tesis de pregrado). Boca del Río: Universidad de Oriente, Venezuela.
- SPARRE, P. y S. Venema. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. (Parte 1 Rev. 2). (Documento Técnico de Pesca No. 306.). Roma, Italia: FAO. 420 p.
- TAYLOR, C. 1958. Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 23:366-370.
- TRESIERRA, A., Z. Culquichicón, y A. Solano. 2013. *Métodos para la gestión de los recursos pesqueros*. (1ª edición). Industria Gráfica ABC SAC. Trujillo, Perú. 350 p.
- TRESIERRA, A., Z. Culquichicón, y B. Veneros. 2014. *Manual de evaluación de recursos pesqueros*. (1ª edición). Industria Gráfica ABC SAC. Trujillo, Perú. 374 p.
- VAN DER BIEST, N. 2016. Análisis de los parámetros pesqueros e indicadores económicos de la pesca artesanal con nasa en el puerto pesquero El Tirano durante el periodo enero-diciembre 2015. (Tesis de pregrado). Boca del Río: Universidad de Oriente, Venezuela.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10(2):181-213.
- WALPOLE, R. E., R. H. Myers, S. L. Myers, and K. Ye. 2012. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (9ª edición). Pearson Educación de México, S.A. de C.V., México. 792 p.
- WETHERALL, J. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *Fishbyte* 4:12-14.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. (3th edition). Prentice Hall. New Jersey, United States of America. 918 p. 

Este artículo es citado así:

Rodríguez, L., N. Eslava, L. W. González y F. Guevara. 2018. Dinámica poblacional del pez *Haemulon melanurum* (Teleostei: Haemulidae) del archipiélago Los Frailes, Venezuela. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 12(3):160-169.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.190>

## Resumen curricular del autor y coautores

**LUISANA CECILIA RODRÍGUEZ LEOMBRUNO.** Terminó sus estudios en 2017, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Biología Marina por la Universidad de Oriente, Venezuela. Realizó 2 cursos de capacitación y congresos nacionales. Es colaboradora de proyectos de investigación desarrollados en los laboratorios de Biología Pesquera y Evaluación de Recursos Pesqueros del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente.

**NORA ELIZABETH ESLAVA VARGAS.** Culminó su licenciatura en 1976, año en que le fue otorgado el título de Biólogo Pesquero por la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Realizó su postgrado en Venezuela, donde obtuvo el grado de Magister Scientiarum en Ciencias Marinas mención Biología Pesquera en 1990 por la Universidad de Oriente y el grado de Doctor en Ciencias mención Ecología en 2011 por la Universidad Central de Venezuela. Desde 1993 labora en la Universidad de Oriente y posee la categoría de Profesor Titular e Investigador Nivel IV del Instituto de Investigaciones Científicas. Ha sido reconocida como Investigador Nivel I 2002-2006, Nivel II 2008, Nivel B 2011-2015 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Su área de especialización es dinámica de poblaciones y evaluación de recursos pesqueros. Ha dirigido 15 tesis de Licenciatura 1 de Maestría. Ha publicado 3 libros y 39 artículos científicos, 51 ponencias en congresos, y ha dirigido 5 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es árbitro de cinco revistas científicas de circulación internacional.

**LEO WALTER GONZÁLEZ CABELLOS.** Finalizó su licenciatura en 1976, año en que le fue otorgado el título de Biólogo Pesquero por la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Realizó su postgrado en Venezuela, donde obtuvo el grado de Magister Scientiarum en Ciencias Marinas mención Biología Pesquera en 1985 por la Universidad de Oriente y el grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de Ciencias Marinas en 2007 por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México. Desde 1981 labora en la Universidad de Oriente y posee la categoría de Profesor Titular e Investigador Nivel V del Instituto de Investigaciones Científicas. Ha sido reconocido como Investigador Nivel I 1996-2006, Nivel II 2008, Nivel B 2011-2015 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Su área de especialización es biología pesquera y socio economía de pesquerías artesanales. Ha dirigido 27 tesis de Licenciatura, 3 de Maestría y 1 de doctorado. Ha publicado 2 libros y 52 artículos científicos, 43 ponencias en congresos, ha impartido 25 conferencias por invitación y ha dirigido 10 proyectos de investigación financiados por fuentes mixtas y externas. Es evaluador de proyectos de investigación y árbitro de nueve revistas científicas de circulación internacional.

**FRANCISCO JAVIER GUEVARA MERCHÁN.** Concluyó sus estudios de Técnico Superior en Pesca y Acuicultura en 2018 en la Universidad Bolivariana de Venezuela. Desde 2003 labora en el Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta como Asistente de Campo en el Área de biología y evaluación de recursos pesqueros. Ha sido reconocido como Investigador Nivel A1 2011-2015 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ha publicado 1 libro y 13 artículos científicos, 10 ponencias en congresos y ha participado en 8 proyectos de investigación.

# Revisión de la literatura de clima organizacional, estado del arte

Organizational climate: State of the art. A literature review

ARGENIS IVÁN MEJÍA-CHAVARRÍA<sup>1,2</sup>

Recibido: Septiembre 12, 2019

Aceptado: Enero 8, 2019

## Resumen

El clima laboral es un factor determinante dentro de las organizaciones públicas y privadas; independientemente de su objeto social, este influye en la consecución de los objetivos estratégicos, tanto en lo individual como en colectivo. En los últimos años, los estudios sobre clima organizacional se han incrementado rápidamente, ya que las organizaciones públicas y privadas lo consideran como uno de los elementos básicos para generar valor. Es así como el objetivo de este artículo es describir el panorama referente a los estudios de clima organizacional, para lo cual se revisó la literatura existente en revistas arbitradas, tesis doctorales a nivel posgrado, libros y comunicación en congresos.

**Palabras clave:** ambiente laboral, clima laboral, percepción, generación

## Abstract

The work climate is a determining factor within public and private organizations; Regardless of its social purpose, this influences the achievement of strategic objectives, both individually and collectively. In recent years, studies on organizational climate have increased rapidly, as public and private organizations consider it as one of the basic elements to generate value. This is how the objective of this article is to describe the panorama regarding organizational climate studies, for which the existing literature in peer-reviewed journals, doctoral theses at the postgraduate level, books and communication in congresses was reviewed.

**Keywords:** work environment, labor climate, perception, generation of value

## Introducción

**E**l interés por el estudio de clima organizacional se origina debido a que las personas que pertenecen a una organización, pública o privada, perciben de diferente manera en contexto en el que se desenvuelven. En el presente artículo se realizó una búsqueda documental y una revisión teórica de investigaciones científicas con información relevante para la investigación en curso.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Facultad de Estudios Superior Cuautitlán. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, Industrial Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.

<sup>2</sup> Correo electrónico del autor de correspondencia: academicoargenis@comunidad.unam.mx

Como primer paso se buscaron investigaciones que analizaran los inicios del clima organizacional y la percepción de este en los miembros de la organización, respecto a las palabras clave. Adicionalmente, en la búsqueda retrospectiva de datos se utilizaron palabras para localizar la información (clima organizacional, universidades públicas, clima laboral, satisfacción de los empleados, sector educación, ambiente de trabajo, modelos de medición de clima, administración del talento, generación de valor), logrando identificar 40 artículos teóricos y 14 libros vinculados con clima laboral y su administración y 10 tesis doctorales que poseen información útil sobre el estado del arte.

La consulta de la información se efectuó en bases de datos como Google académico, Yahoo académico, Elsevier, EBSCO host y Redalyc, entre otras, de acuerdo con los criterios de selección ya mencionados.

Finalmente, para la integración de los datos se analizaron los conceptos, características, autores y dimensiones del clima organizacional, a fin de sustentar el estado del arte objeto del presente artículo.

### **1. Antecedentes y perspectivas de clima organizacional.**

El concepto de clima organizacional es importante porque numerosas investigaciones sobre el tema reconocen la importancia de su estudio para mejorar la productividad. A lo largo de la historia, los estudios de clima organizacional se han abordado por algunos investigadores, conceptualizándolo de diferentes maneras en función de su disciplina.

Los estudios para mejorar el clima organizacional no son objeto de investigación reciente, ya se han realizado investigaciones al respecto. De acuerdo con Gan (2007), los trabajos realizados por Elton Mayo entre 1927 y 1939 en la Western Electric, posiblemente sean el primer aporte sobre clima laboral, debido a que la investigación ejecutada en dicha fábrica demuestra la trascendencia de las relaciones humanas y otros factores de percepción, tales como las condiciones laborales, el sentir de los empleados, el sentimiento de pertenencia e intereses individuales y colectivos, factores que forman parte del clima laboral.

Bustamante *et al.* (2009) dicen que en función del estudio de Elton Mayo otros investigadores intentan profundizar en el concepto y alcances del clima organizacional al interior de las organizaciones. Ejemplo de lo anterior son las investigaciones de Lewin *et al.* (1939), quienes introducen el clima organizacional vinculando a las personas y al ambiente en que se desenvuelven.

Asimismo, la investigación de Argyris (1958) enfatiza las relaciones interpersonales como factores que determinan el clima organizacional. Por su parte, Likert (1961) afirma que el clima de apoyo genera un mejor rendimiento de los integrantes de las organizaciones.

Mediante una investigación en un departamento de salud pública en el que incluyeron a 30 trabajadoras con título universitario, Litwin y Stringer (1968) determinaron, por medio de entrevistas personales y cuestionarios estructurados, que el clima de la oficina era de frustración; las presiones eran grandes no solo por las reglas que había que cumplir sino por el papeleo, atención constante a detalles mínimos y normas elevadas; percibían el clima como frío y hostil, por lo que poco se favorecía el desarrollo de la lealtad e identidad en el grupo.

Asimismo, Reichers y Schneider (1990), citados por Cuadra y Veloso (2007, p. 48), definen al clima laboral como «las percepciones compartidas por los miembros de una organización respecto de las políticas, las prácticas y los procedimientos, tanto formales como informales, propios de ella».

Bris (1999) realizó un estudio del clima organizacional enfocándose al trabajo y participación en la organización y funcionamiento de los centros de educación infantil, primaria y secundaria, para conocer el clima laboral de los centros educativos en comento; partió de un cuestionario de 132 ítems agrupados en cinco grandes factores: comunicación, motivación, confianza, participación y otros aspectos. El cuestionario fue aplicado a 1,024 profesores de diversos centros públicos, concluyendo que el clima de trabajo en los centros educativos era bueno, con reservas.

Por otra parte, Brunet (2007) refiere que el concepto de clima organizacional fue introducido por primera vez por Gellerman (1960); asimismo, dice que debido a que los estudios no son tan claros en esas investigaciones, los orígenes del clima organizacional datan de la escuela de la Gestalt y la escuela funcionalista; dichas escuelas estuvieron enfocadas en demostrar que el comportamiento de las personas es afectado por el medio que los rodea, ocasionando que el actuar de las personas se condicione por la percepción que estas tienen de su área laboral.

De ahí que Méndez (2006) defina al clima organizacional como el conjunto de características predominantes en el ambiente interno en que opera la organización, las cuales influyen las conductas, creencias, valores y percepciones de las personas, lo que determina su comportamiento y satisfacción laboral. Asimismo, Vega *et al.* (2006), manifiestan que clima organizacional es un fenómeno que agrupa las particularidades del ambiente físico que definen la personalidad de la institución y la distingue de otras.

Por su parte, García *et al.* (2010) mencionan que el clima organizacional es definido por una serie de características objetivas y relativamente perdurables en la organización y que pueden intervenir en aspectos laborales tales como el comportamiento individual, estilos de dirección, gestión del talento, etc.

Derivado de la revisión documental, pudimos identificar las definiciones y aproximaciones más significativas sobre clima organizacional planteadas por diversos autores, infiriendo que, aunque no existe una definición única referente al concepto de clima organizacional, su estudio tiene importancia y no ha pasado desapercibido con el transcurrir de los años.

### 1.1. Investigaciones de clima organizacional hasta los 50's.

Los constructos a los que llegaron Mayo (1939) y Lewin *et al.* (1939) refieren que el clima organizacional y la productividad son influenciados por el sentir de los integrantes de la organización (Cuadro 1).

#### 1.2. Los años 50's.

Durante los años 50's, diversos autores infieren que el clima organizacional es parte de la psicología de la persona y se comienza a ligar con la cultura organizacional (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Investigaciones de clima organizacional antes de los 50's.

Autor	Definiciones
Mayo (1927)	Factores como el clima laboral se manifiestan en el sentir de las personas, lo cual repercute en la producción.
Lewin <i>et al.</i> (1939)	Las dimensiones de conformidad, responsabilidad, normas de excelencia, recompensas, claridad organizacional, calor y apoyo dan cuenta de la atmósfera social.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

**Cuadro 2.** Investigaciones de clima organizacional en los 50's.

Autor	Definiciones
Lewin (1951)	El comportamiento humano es función del "campo" psicológico o ambiente de la persona, el concepto de clima es útil para enlazar los aspectos objetivos de la organización.
Argyris (1957)	El clima organizacional se caracteriza como la cultura organizacional, con ello relaciona el concepto con los componentes de cultura y permite la delimitación de distintas subculturas dentro de la organización.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

### 1.3. Los años 60's.

Halping y Croft (1963) y Litwin y Stringer (1968) comienzan a matizar los estudios de clima organizacional, centrándose en las personas y organizaciones, sus creencias, valores y motivaciones (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Investigaciones de clima organizacional en los 60's.

Autor	Definiciones
Halping y Croft (1963)	Marcan el camino a partir del cual se estudiará el clima organizacional
Litwin y Stringer (1968)	El clima organizacional atañe a los efectos subjetivos percibidos del sistema formal y del estilo de los administradores, así como de otros factores ambientales importantes sobre las actitudes, creencias, valores y motivaciones de las personas que trabajaban en una organización.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

1.4. Los 70's.

Posteriormente, Schneider y Hall (1972) y Dessler (1979) comienzan a ligar el concepto clima organizacional con el sentir y percepción de las empresas e individuos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Investigaciones de clima organizacional en los 70's.

Autor	Definiciones
Schneider y Hall (1972)	El clima organizacional se define como el conjunto de percepciones que una organización tiene de sus políticas, prácticas y procedimientos, que son compartidos por sus miembros en torno al ambiente laboral
Dessler (1979)	El clima representa las percepciones que el individuo tiene de la organización para la cual trabaja y la opinión que se haya formado en ella en términos de estructura, recompensa, consideración, apoyo y apertura.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

1.5. Los 80's.

Brunet (1987) infiere que, además de las percepciones de los integrantes de la organización, aspectos como el liderazgo, conflictos, control y supervisión forman parte del medio ambiente (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Investigaciones de clima organizacional en los 80's.

Autor	Definiciones
Brunet, (1987)	El clima organizacional se define como las percepciones del ambiente organizacional determinado por los valores, actitudes u opiniones personales de los empleados, y las variables resultantes como la satisfacción y la productividad que están influenciadas por las variables del medio y las variables personales. Esta definición agrupa entonces aspectos organizacionales tales como el liderazgo, los conflictos, los sistemas de recompensas y de castigos, el control y la supervisión, así como las particularidades del medio físico de la organización.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

1.6. Los 90's.

En los 90's se da el auge de los estudios de clima organizacional, investigadores como Reichers y Schneider (1990), Robbins (1990), Chiavenato (1990) y Peiró (1995), vinculan el clima con la cultura organizacional, con la percepción del integrante de la organización y aristas como la tecnología y dinámicas (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Investigaciones de clima organizacional en los 90's.

Autor	Definiciones
Reichers y Schneider (1990)	El clima organizacional es un grupo de percepciones resumidas o globales compartidas por los individuos acerca de su ambiente, en relación con las políticas, prácticas y procedimientos organizacionales, tanto formales como informales.
Robbins (1990)	El clima organizacional es entendido como la personalidad de la organización, que puede ser descrita en grados de calor y se puede asimilar con la cultura ya que permite reafirmar las tradiciones, valores, costumbres y prácticas.
Chiavenato (1990)	El clima organizacional es el medio interno y la atmósfera de una organización. El clima organizacional puede presentar diferentes características dependiendo de cómo se sientan los miembros de una organización. Genera ciertas dinámicas en los miembros como la motivación, la satisfacción en el cargo, ausentismo y productividad.
Peiró (1995)	El clima organizacional se trata de percepciones, impresiones o imágenes de la realidad organizacional, pero sin olvidar que se trata de una realidad subjetiva.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

1.7. A partir del año 2000.

Méndez (2006), García *et al.* (2010), Hernández *et al.* (2012) y Rambay (2017), conciben que el clima es perceptible, influenciado por conductas y valores y variable en función de los individuos (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Investigaciones de clima organizacional a partir del año 2000.

Autor	Definiciones
Méndez (2006)	El conjunto de características predominantes en el ambiente interno en que opera la organización, las cuales influyen las conductas, creencias, valores y percepciones de las personas, lo que determina su comportamiento y satisfacción laboral.
García <i>et al.</i> (2010)	Es definido por una serie de características objetivas y relativamente perdurables en la organización y que pueden intervenir en aspectos laborales tales como el comportamiento individual, estilos de dirección, gestión del talento, etc.
Hernández <i>et al.</i> (2012)	El clima organizacional es entendido en términos generales como una variable que interviene entre el contexto de una organización y la conducta de sus miembros, así como intenta capturar o comprender cómo los empleados experimentan el trabajo en sus empresas e instituciones.
Rambay <i>et al.</i> (2017)	El clima es más dinámico y cambiante, ya que según cuales sean las motivaciones de los individuos en su trabajo, estas pueden variar.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados

### 1.8. *Prospectivas del clima organizacional.*

Actualmente, las organizaciones están enfocadas en mejorar su productividad en función del mejoramiento de clima organizacional, y se han percatado de que el éxito y el progreso se relacionan con un buen clima organizacional.

Shanker *et al.* (2017) argumentan que actualmente la innovación se asocia positivamente con el clima organizacional debido a que el conocimiento de los empleados es crucial para las organizaciones, por lo tanto, las organizaciones se están enfocando en conocer las formas de crear un clima organizacional que promueva la innovación.

El clima organizacional que apoya a la innovación se conoce como «clima organizacional para la innovación» (COI) y es crucial para que las organizaciones aprovechen la capacidad de innovación para crear una ventaja competitiva y mejorar el rendimiento.

Kissi *et al.* (2012) e Isaksen y Ekvall (2010) apoyaron esta posición argumentando que una COI es un sistema en el que se fomentan la creatividad y el cambio; afirmando que un aspecto clave de la gestión para la innovación es crear el clima apropiado para que los empleados puedan compartir y construir sobre las ideas y sugerencias de los demás.

Kim *et al.* (2018) refieren que en el presente, las empresas se han percatado de que las personas pasan gran cantidad de tiempo en las organizaciones, influyendo en su bienestar social, sin embargo, las instituciones se desenvuelven en ambientes cada vez más competitivos que demandan más la vida de las personas, lo que ocasiona estrés laboral y organizaciones con climas organizacionales tóxicos, por lo que preocupados por estas situaciones analizan la creación de climas y sistemas organizacionales que permitan a los empleados ser más productivos con menos estrés laboral.

Blader *et al.* (2017) argumentan que las organizaciones están construyendo constructos de identificación organizacional fundamentados en la transformación de las relaciones de trabajo entre los empleados y las instituciones en las que se desenvuelven laboralmente. A futuro requieren mejorar sus climas organizacionales, lo que permitirá mejorar el desempeño laboral y la productividad, pero sobre todo innovar.

En este sentido, Segredo (2017) dice que las dimensiones espaciales, la seguridad, las instalaciones, el contexto, el equipamiento e incluso la decoración e iluminación son elementos que influyen en la creación de climas organizacionales más productivos.

Las nuevas tendencias del clima organizacional indican el impacto que tiene en los trabajadores y en su comportamiento, tal es el caso del ausentismo, rotación, equidad de género, acoso y violencia, entre otros aspectos.

### 2. Tipos de clima organizacional y sus aportaciones desde la administración y psicología.

Desde el punto de vista teórico se pueden destacar diferentes posiciones al relacionar el clima organizacional con disciplinas como la administración o psicología. Bennis (1973) aporta teoría sobre la importancia que tiene el clima organizacional para mejorar las organizaciones, Beckhard (1972) agrega que el clima lo deben hacer los altos estamentos de la

organización, Likert (1967) deja una teoría enfocada al diagnóstico organizacional visualizando cuatro tipos de clima. Asimismo, autores como Pritchard y Karasick (1973), Likert y Likert (1976), Schein (1985), Goleman (2000) y Stringer (2002) complementan las aportaciones de Likert, percibiendo la influencia de los estilos de liderazgo en el clima. Posteriormente, otros autores aportan conceptos como clima individual, clima en colectivo y la relación del clima con la cultura organizacional, desde disciplinas como la administración y psicología (Cuadro 8).

### 3. Dimensiones para medir el clima organizacional.

Cada institución es única y tiene características propias que las diferencian de otras instituciones y organizaciones, por lo que resulta de vital importancia explorar las dimensiones con las que diversos autores como Lewin *et al.* (1939), Likert (1950), Litwin y Stringer (1968), Moos (1974), Brunet (1983) y Patterson (2005) han medido el clima organizacional (Cuadro 9).

**Cuadro 8.** Aportaciones de algunos teóricos desde su disciplina de estudio.

Autor	Relación con las empresa	Aportación
Bennis (1973)	Con desarrollo organizacional (Administración)	Menciona que la mejor manera de cambiar a las organizaciones se supedita a la mejora del clima organizacional
Beckhard (1972)	Con comportamiento organizacional (Administración)	Los procesos de cambio organizativo deben realizarse desde los altos estamentos de la organización, enfatizando en la idea de los comportamientos.
Likert (1967)	Con estilos de dirección y liderazgo (Administración)	Propone una teoría orientada al diagnóstico organizacional basada en variables causales, intermedias y finales, dando lugar a cuatro tipos de clima distintivos: autoritario-explotador, autoritario-paternalista, consultivo y participativo.
Pritchard y Karasick (1973), Likert y Likert (1976), Schein (1985), Goleman (2000), Stringer (2002).	Con liderazgo (Administración)	Los estilos de liderazgo influyen en el clima organizacional e inversamente, el clima influye en los estilos de liderazgo
Joyce y Slocum (1984); González-Roma y Peiró (1999)	Con clima colectivo y su percepción (Psicología)	La interacción individual de los miembros de la organización se manifiesta en el clima colectivo percibido.
Orlandini (1999)	Con estrés (Psicología)	El clima laboral es influenciado por el estrés que genera una falta de organización y liderazgo
Ortiz y Olaz (2009)	Con cultura organizacional (Administración)	El clima organizacional es una expresión de la cultura organizativa, concretamente en empresas familiares.

**Fuente:** elaboración a partir de autores citados.

**Cuadro 9.** Dimensiones para la medición de clima organizacional.

Autor	Dimensiones de medición
Lewin <i>et al.</i> (1939)	Atmósfera social, conformidad, responsabilidad, normas de excelencia, recompensas, claridad organizacional y apoyo.
Likert (1967)	Métodos de mando, fuerzas motivacionales, procesos de comunicación, procesos de influencia, procesos de toma de decisiones, procesos de planificación, procesos de control, los objetivos de rendimiento y perfeccionamiento
Litwin y Stringer (1968)	Estructura, responsabilidad, recompensa, desafío, relaciones, cooperación, estándares, conflictos e identidad
Schneider y Hall (1972)	Poder, liderazgo, conflicto.
Moos (1974)	Compromiso, cohesión, apoyo, autonomía, organización, presión, claridad, control, innovación, comodidad
Brunet (1983)	Autonomía Individual, grado de estructura que impone el puesto, tipo de recompensa y consideración-agradecimiento-apoyo.
Patterson (2005)	Bienestar de los empleados, autonomía, participación, comunicación, énfasis en el entrenamiento, integración, apoyo de la supervisión, formalización, tradición, flexibilidad, innovación, foco en lo exterior, reflexión, claridad, esfuerzo, eficiencia, calidad, presión por producir, retroalimentación del desempeño.

Dentro del clima organizacional actúan componentes que permiten identificar sus características y su análisis nos lleva a evaluar el tipo de clima que tiene cada organización en particular.

**4. Modelos de clima organizacional.**

Los investigadores de clima organizacional han propuesto algunos modelos que son de utilidad para comprender las dimensiones que influyen en la determinación del clima organizacional y su relación con las organizaciones. Al respecto Chan (1998) dice que se pueden distinguir tres clases de modelos de clima organizacional: los aditivos, los medidores y los interactivos.

a) Modelos aditivos: son los más simples, fáciles de usar, asumen que cada variable de clima influye separada pero directa y acumulativamente en los resultados.

b) Modelos mediadores: el clima se conceptualiza de modo catalizador y más que actuar sobre los comportamientos organizacionales actúan sobre las variables que afectan dichos comportamientos.

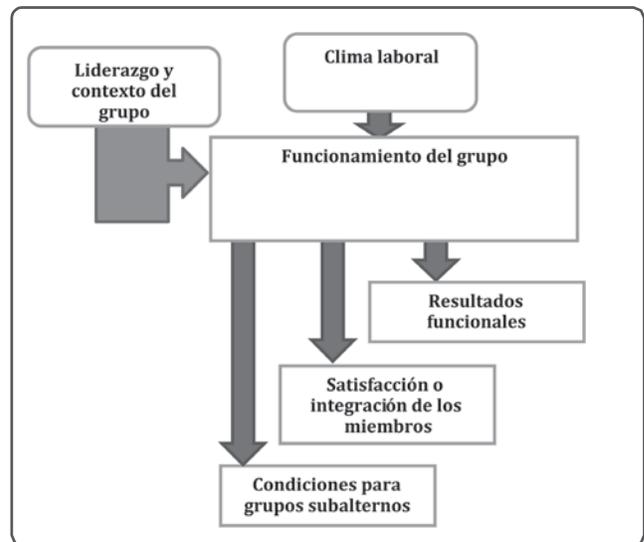
c) Modelos interactivos: son los más complejos, asumiendo que el clima no solo influye, sino que es influido por un conjunto de variables en un proceso de simultaneidad de efectos, utilizan las variables del clima como dependientes e independientes.

**5. Modelos de clima organizacional más representativos.**

*5.1. Modelo de Katz y Kahn.*

Katz y Kahn (1966) proponen un modelo en el que se aprecia que el clima organizacional influye por medio del líder que dirige al equipo de trabajo, asimismo, dicen que esto, junto con las actividades determinan los resultados funcionales, la satisfacción de los miembros y las condiciones en las cuales debe operar cualquier subalterno en la jerarquía (Figura 1).

**Figura 1.** Modelo de Katz y Khan.



**Fuente:** Elaboración propia en función de Katz y Kahn, (1966).

*5.2. Modelo de Likert.*

Establece que el comportamiento de los subordinados depende directamente del comportamiento administrativo y las condiciones organizacionales que los mismos perciben, por tanto, afirma que la reacción está determinada por la percepción.

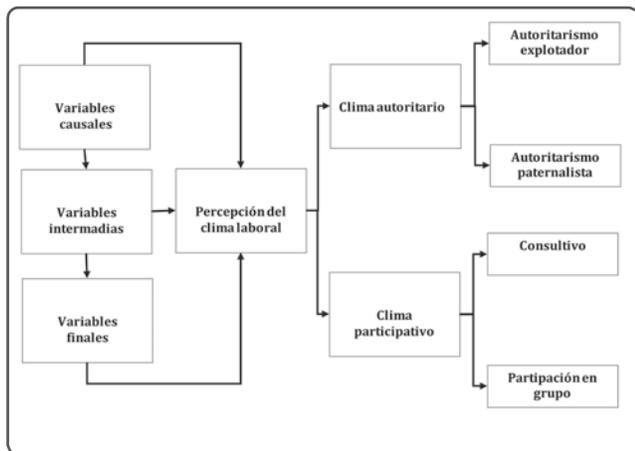
Establece tres tipos de variables que definen las características de la organización y que influyen en la percepción individual del clima (Figura 2).

a) Variables causales: son conceptualizadas como variables dependientes, y se enfocan a orientar la evolución de las organizaciones y la obtención de sus resultados.

b) Variables intermedias: constituyen los procesos organizacionales y se orientan a medir el estado interno de la empresa, reflejando aspectos como motivación, rendimiento, comunicación y toma de decisiones.

Variables finales: Son resultado de las variables causales e intermedias, y están orientadas a la obtención de resultados.

Figura 2. Modelo de Likert.

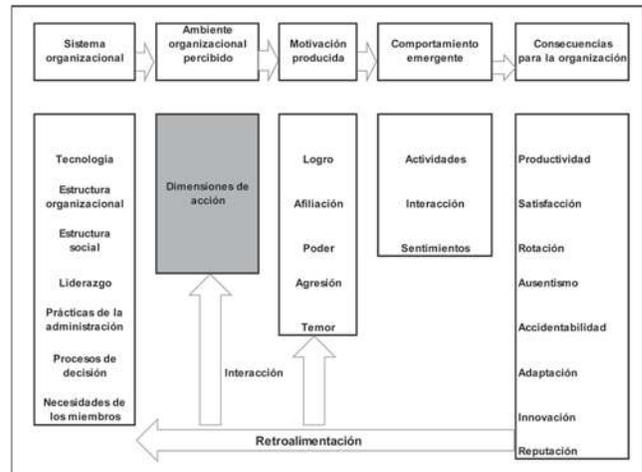


Fuente: elaboración propia en función de Brunet (2011).

### 5.3. Modelo de Litwin y Stringer (1968).

En este modelo, los autores describen que el sistema organizacional se integra por dimensiones como tecnología, estructura organizacional, estructura social, liderazgo, prácticas de la organización, procesos de decisión y necesidades de los miembros; estas dimensiones generan un ambiente, motivación y comportamientos que crearán consecuencias para la organización (Figura 3).

Figura 3. Modelo de Litwin y Stringer.



Fuente: elaboración propia en función de Litwin y Stringer (1968).

### 5.4. Modelo de eficacia directiva.

Campbell *et al.* (1970) crearon un modelo que pretende explicar los determinantes de la eficacia directiva, en el que el clima juega un rol fundamental en el desarrollo de la conducta organizacional. Según los autores, este modelo presenta cuatro variables que tienen relación con la eficiencia directiva, estas son:

- Diferencias individuales desarrolladas antes de seleccionar al directivo para ejercer el puesto.
- Programas de entrenamiento desarrollo.
- Recompensas y motivadores otorgados por la organización.
- Situaciones o determinantes ambientales.

### 5.5. Modelo de Schneider y Hall (1972).

Este modelo refiere que el comportamiento de un trabajador no resulta de los factores organizacionales existentes, sino depende de las percepciones que el individuo tiene con respecto a la organización, es así como la interacción entre las características personales y organizacionales interactúan, lo cual determina ciertos comportamientos en los individuos que inciden en la organización y en el clima (Figura 4).

Figura 4. Modelo de Schneider y Hall (1972).



Fuente: elaboración propia en función de Schneider y Hall (1972).

5.6. *Modelo de Robbins.*

Resalta que las percepciones que tienen los integrantes de las organizaciones sobre los factores internos y externos no son resultado de su comportamiento, sino que dependen de sus interacciones, actividades y las experiencias de cada individuo (Figura 5).

Figura 5. Modelo de Robbins.



Fuente: elaboración propia en función de Robbins (1992).

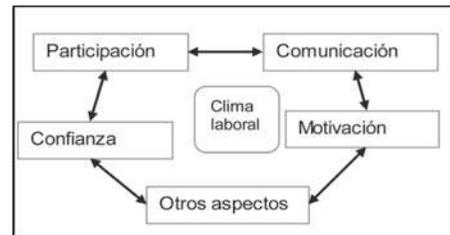
5.7. *Modelo de Gibson y Colbs.*

Gibson y Colbs (1987), citados por Navarro *et al.* (2007), manifiestan que si se intercambian variables integrantes de la conducta, estructura o proceso, el clima de la organización puede recibir una influencia positiva o negativa en el desempeño laboral, lo que conlleva a reflexionar la responsabilidad de dichos mandos, ya que en ellos está el buscar alternativas de desarrollo organizacional (Figura 6).

5.8. *Modelo de Bris.*

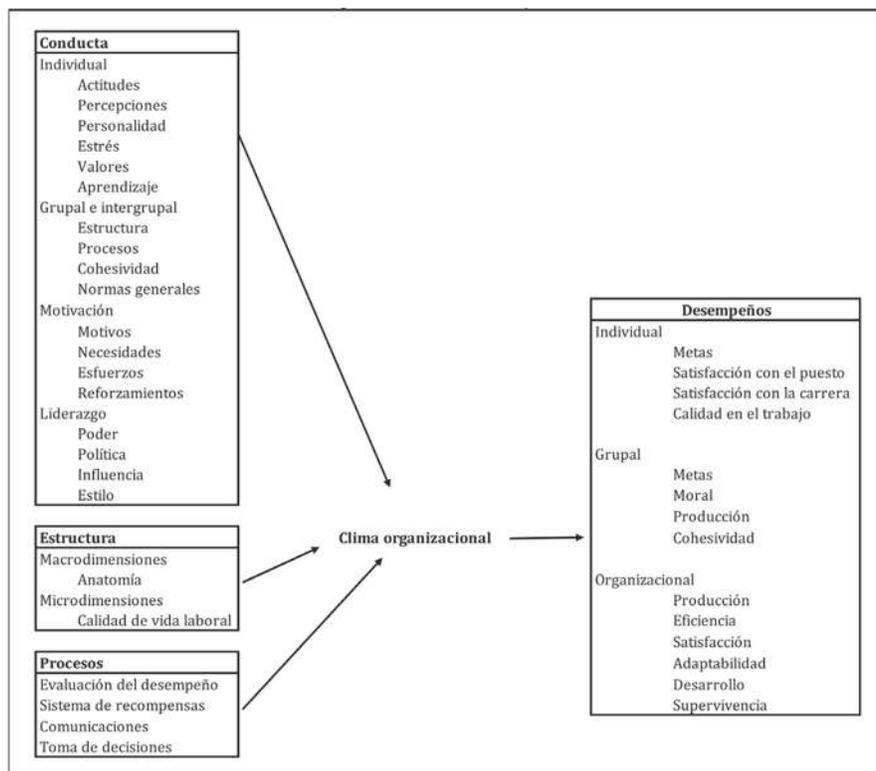
Propone un modelo interactivo que se basa en la teoría general de sistemas que muestra todas las relaciones entre las dimensiones del ambiente y sus relaciones con el clima (Figura 7).

Figura 7. Modelo de Bris.



Fuente: elaboración propia en función de Bris (1999).

Figura 6. Modelo de Gibson y Colbs.

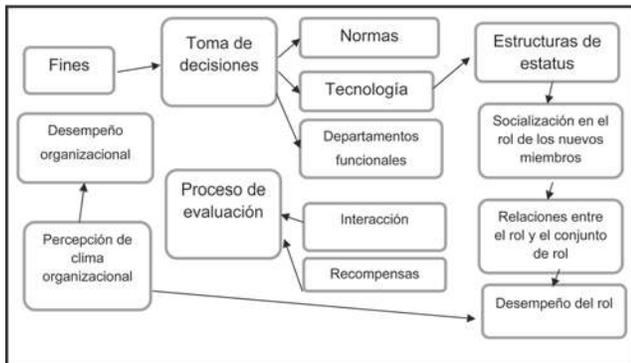


Fuente: elaboración propia en función de Gibson y Colbs (1987).

### 5.9. Modelo de Evans.

Concibe a la organización como un sistema abierto, determinando que diversas influencias externas a la organización determinan el clima y sus resultados (Figura 8).

**Figura 8.** Modelo de Evans.



**Fuente:** elaboración propia en función de Evans.

## Conclusiones

En el marco de la revisión de este artículo se logró evidenciar que investigadores como Lewin *et al.* (1939), Argyris (1958), Gellerman (1960), Litwin y Stringer (1968), Likert (1961), Litwin y Stringer (1968), Reichers y Schneider (1990), Brunet (1983) y Chiavenato (1990), entre otros, han propuesto diversos planteamientos acerca del clima organizacional, mostrando la estrecha relación del hombre con la organización; dichos planteamientos han tenido un gran impacto en el modelo de talento humano asumido por las organizaciones.

Esta revisión permitió identificar las diferentes definiciones referentes al clima organizacional, los autores más representativos citados en los trabajos consultados, los factores asociados a clima organizacional, los instrumentos para medirlo y el abordaje del tema desde diferentes disciplinas.

## Literatura citada

ABURTO, H. 2011. Las habilidades directivas y su repercusión en el clima organizacional, México, Instituto Politécnico Nacional, Tesis doctoral.  
 ÁLVAREZ, V, E. García; V. Flores, y J. Correa. 2008. Aproximación a la cultura de un centro universitario. *Revista de Educación* 346:139-166.

ANGULO, J. 2013. Cultura organizacional, clima y liderazgo, Universidad de Valladolid, España, Tesis doctoral.  
 ARGYRIS. 1958. Some problems in conceptualizing organizational climate. A case of study of a bank. *Administrative Science Quarterly* 2(4):501-520.  
 ARIAS, M. 2005. Factores del clima organizacional influyentes en la satisfacción laboral de enfermería concerniente a los cuidados intensivos neonatales del Hospital Nacional de Niños. *Enfermería en Costa Rica* 28(1):12-19.  
 BAÑOS, V. 2011. Competencias esenciales, clima organizacional e innovación como factores de competitividad empresarial: Propuesta y aplicación de un modelo de detección y desarrollo de competencias en la Pequeña y Mediana empresa del sector calzado en México, España, Universidad Autónoma de Madrid, Tesis doctoral.  
 BECKHARD, R. 1972. Desarrollo Organizacional, estrategias y modelos, Brasil, Mc. Graw Hill.  
 BENNIS, W. 1973. Desarrollo organizacional: su naturaleza, sus orígenes y perspectivas, México; Fondo Educativo Interamericano.  
 BLADER, S, S. Patil y P. Dominic. 2017. Organizational identification and workplace behavior; more than, meets the eye *Organizational Behavior* 37:19-34  
 BRIS, M. 1999. Clima de trabajo y participación en la organización y funcionamiento de los centros de educación, España, Universidad de Alcalá, Tesis doctoral.  
 BRUNET, L. 1983. El clima de trabajo en las organizaciones: Definición, diagnóstico y consecuencias, México, Editorial Trillas.  
 BRUNET, L. 2002. El clima de trabajo en las organizaciones, México, Trillas, 5ª reimpresión.  
 BRUNET, L. 2007. El clima de trabajo en las organizaciones, México, Editorial Trillas.  
 BUSTAMANTE, M., J. Hernández, y L. Yáñez. 2009. Análisis del clima organizacional en el Hospital Regional de Talca *Estudios seriosos en gestión de salud* 5(11):20-39.  
 CALDERÓN, Murillo y Torres 2003. Cultura organizacional y bienestar laboral. *Cuadernos de Administración* 16(25):109-137.  
 CAMPOS, C. 2013. Modelo de asociación entre factores de satisfacción y desempeño laboral entre docentes universitarios, México, Universidad Montemorelos, tesis doctoral.  
 CAMPBELL, J., M. Dunnette, E. Lawler, y K. Weick. 1970. Managerial behavior, performance and effectiveness, Estados Unidos, Mc. Graw-hill.  
 CHAN, D. 1998. Functional relations among constructs in the same content domain at different levels of analysis: a typology of composition models. *Journal of applied Psychology* 83(2):234-246  
 CHIANG, M., C. Salazar y A. Núñez 2007. Clima organizacional y satisfacción laboral en un establecimiento de salud estatal: hospital tipo. *Revista Teoría* 16(2):61-76.  
 CHIAVENATO, I. 2007. Administración de recursos humanos, México, Mc. Graw Hill.  
 CARDONA, D. y R. Zambrano. 2014. Revisión de instrumentos de medición de clima organizacional. *Revista estudios gerenciales* 30:184-189.

- CUADRA, A. y C. Veloso. 2007. Liderazgo, clima y satisfacción laboral en las organizaciones. *Revista de Humanidades y Ciencias Sociales* 2(22):43-58.
- CÚJAR, A., C. Ramos, H. Hernández y J. López. 2013. Cultura organizacional: evolución en la medición. *Revista de estudios gerenciales* 29:350-355.
- EVANS, M. 1970. The effects of superiority behavior on the path-goal relationship. *Organizational behavior and human performance* 5(3):277-298.
- FERNÁNDEZ, T. 2004. Clima organizacional en las escuelas: Un enfoque comparativo para México y Uruguay. *Revista Interamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en la Educación* 2(2):43-68.
- GARCÍA, I. 2006. La formación del clima psicológico y su relación con los estilos de liderazgo, España, Universidad de Granada, Tesis doctoral.
- GARCÍA, A., M. Moro y M. Medina. 2010. Evaluación y dimensiones que definen el clima y la satisfacción laboral en el personal de enfermería. *Revista de Calidad Asistencial* 25(4):207-214.
- GÁLVEZ, E. 2011. Cultura, innovación intraemprendimiento y rendimiento de las MIPYME en Colombia, Colombia, Universidad de Cartagena, Tesis Doctoral.
- GELLERMAN, S. 1960. People problems and profit, Estados Unidos, Mc. Graw-Hill.
- GAN, F. 2007. El clima en las organizaciones, España, Formación de formadores, pp.189-129.
- GOLEMAN, D. 2000. Leadership that gets results. *Harvard Business Review* 78(2):78-90.
- GONZÁLEZ-ROMA, V. y J. Peiró 1999. Clima en las organizaciones laborales y en los equipos de trabajo. *Revista de Psicología General y Aplicada* 52(2-3):269-285.
- GOVAERTS, K. and E. Kyndt. 2011. Influence of learning and working climate on the retentions of talent employees. *Journal of workplace learning* 3(1):35-55.
- HARTER, J., T. Hayes y F. Schmidt. 2002. Business-Unit-Level Relationship Between Employee Satisfaction, Employee Engagement, and Business Outcomes: A Meta-Analysis.
- HERNÁNDEZ Y HUERTA. 2017. Relación entre clima organizacional y satisfacción laboral en empleados del Gobierno Federal, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis doctoral.
- HERNÁNDEZ, R., S. Méndez y R. Contreras. 2012. Construcción de un instrumento para medir el clima organizacional en función del modelo de los valores en competencia. *Revista de Contaduría y Administración* 59:229-257.
- ISAKSEN Y EKVALL. 2010. Managing for innovation: The two face of tension whiting creative climates. *Creativity and innovation management* 19(2):73-88.
- JAMES, Ch. and M. Connolly. 2009. An analysis of the relationship between the organizational culture and performance of staff work groups in schools and development of an explanatory model. *Journal of leadership in education* 12(4):389-407, DOI: 10.1080/13603120902980804.
- JAQUINET, R. y B. Arroyo. 2015. Consideraciones de cómo algunas variables del comportamiento organizacional se relacionan con la gestión de empresas. México, Federación Nacional de la Asociación Mexicana de Colegios de Contadores Públicos (FNAMCP), Núm. 78.
- JOYCE, W. and J. Slocum. 1984. Collective climate: Agreement as a basis for defining aggregate climates in organizations. *Academy of management journal* 27:721-742.
- KATZ, D. and R. Kahn. 1966. The psychology of organizations, Estados Unidos, HR Folks international.
- KIM, M., A. Hyung, J. Newman, G. Ferris and P. Perrewe. 2018. The antecedents and consequences of positive organizational behavior: The role of psychological capital for promoting employee well-being in sport organizations, sport management review.
- KISSI, J., A. Dainty and A. Liu. 2012. Examining middle managers: influence on innovation in construction professional services firms: A tale of three innovations. *Construction innovation: information, process, Management* 12(1):11-28.
- LEWIN, K., R. Lippitt and R. White. 1939. Patterns of aggressive behavior in experimentally created social climates. *Journal of social Psychology* 10(2):271-299.
- LIKERT, R. 1961. New Patterns of Management, Estados Unidos, Mc. Graw Hill.
- LIKERT, R. 1967. The human organization, Estados Unidos, Mc. Graw Hill.
- LIKERT, R. and J. Likert. 1976. New ways of managing conflict, Estados Unidos, Mc Graw Hill.
- LITWIN, G. and R. Stringer. 1968. Motivation and organizational climate, Estados Unidos, Harvard University.
- LÓPEZ, J., M. Sánchez, y M. Altopiedi. 2011. Comunidades profesionales de práctica que logran sostener procesos de mejora institucionales en las escuelas. *Revista de Educación, Ministerio de educación* 356:109-131.
- LORENZO, R. 2005. ¿A qué se le denomina talento?: Estado del arte acerca de su conceptualización. Intangible Capital [en línea] 2006, 2 (enero-marzo): [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54920104>> ISSN 2014-3214.
- MELIÁN, V. 2017. La cultura organizacional y su impacto en el rendimiento de los equipos de trabajo: el papel mediador del clima y la reflexividad, Universidad de Valencia, Tesis doctoral.
- MÉNDEZ, C. 2006. Clima organizacional en Colombia. El IMCOC: un método de análisis para su intervención, Colombia, Centro Editorial Universidad del Rosario.
- MOSS, R. 1974. The work, environment, scale, Estados Unidos, Consulting Psychologist Press.
- NAVARRO, R., A. Santillán y F. Corona. 2007. Clima y compromiso organizacional, México, Universidad Veracruzana.
- ORLANDINI, A. 1999. El estrés, qué es y cómo evitarlo, México, Fondo de Cultura Económica.
- ORTIZ, P. y A. Olaz. 2009. Conexiones entre cultura organizativa y clima laboral: Aproximación a un modelo de auditoría sociolaboral de recursos humanos, Ponencia realizada en el VII International Workshop on HRM, New Scenarios in Human Resource Management. Murcia.
- PATTERSON. 2005. Validating, the organizational climate measure: links to managerial practices productivity and innovation. *Journal of organizational Behavior* 26:379-408.
- PETTIGREW, A. 1979. On study organizational cultures. *Administrative Science Quarterly* 24:571-581.

- PRITCHARD, R. and B. Karasick. 1973. The effects of organizational climate on managerial job performance and job satisfaction. *Organizational behavior and human performance* 9:126-146.
- RAMBAY, M; San Miguel, E. y Duque, E. 2017. Análisis comparativo del clima organizacional en dos instituciones particulares de educación superior en Ecuador. *Podium*(Edición especial):79-100.
- RIVAS, L. 1999. Gestión integral de recursos humanos. México, Taller abierto, S.C.L.
- ROBBINS, S. 1999. Comportamiento organizacional, Estados Unidos, Mc. Graw Hill.
- ROHNER, R. 1984. Toward a conceptualization of cultures for Cross cultural psychology, *Journal of cross-cultural psychology* 15(2):11-138.
- SEGREDO, A. 2017. Instrumento para la evaluación del clima organizacional en salud. *Revista Cubana de Salud Pública* 43(1):57-67.
- SILVA, M. 1992. Hacia una definición comprehensiva del clima organizacional. *Revista de Psicología general y aplicada* 45:443-451.
- SCHEIN, E. 1985. Organization, culture and leadership, Londres, Jossey Bass.
- SCHNEIDER, B. and D. Hall. 1972. Correlates of organization as a function of career pattern and organization type, administrative science. *Quarterly* 17:340-350.
- SHANKER, R., R. Bhanugopan, B. Van, and M. Farrel. 2017. Organizational climate for innovation and organizational performance; The mediating effect of innovative work behavior. *Journal of vocational behavior* 100:67-77
- STRINGER, R. 2002. Leadership and organizational climate, Estados Unidos, Prentice Hall.
- TERÁN, M. 2009. Factores determinantes del comportamiento de la ciudadanía organizacional: su relación con el entorno sociocultural a través de la cultura organizacional y los atributos de personalidad. La administración pública en el estado de Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Tesis doctoral.
- TINOCO, O., C. Quispe, y V. Beltrán. 2014. Cultura organizacional y satisfacción laboral en la Facultad de Ingeniería Industrial en el marco de la Acreditación Universitaria. *Industrial Data* 17(2):56-66.
- TOMAS, M., D. Castro, R. Graells, C. Sanjuan, y A. Mas. 2006. La cultura i el clima organizacional a l'Educació Secundària. *Revista Educar* 38:195-225.
- VÁZQUEZ, R. y J. Guadarrama. 2001. El clima organizacional en una Institución Tecnológica de Educación Superior. *Tiempo de educar* 3(5):105-131.
- VEGA, D., A. Arévalo, J. Sandoval, M. Aguilar, y J. Gildardo. 2006. Panorama sobre los estudios de clima organizacional. *Revista Diversitas Perspectivas en Psicología*, 2(2):329-349. 

Este artículo es citado así:

Mejía-Chavarría, A. I. 2018. Revisión de la literatura de clima organizacional, estado del arte. *TECNOCENCIA Chihuahua* 12(3):170-181.

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.191>

## Resumen curricular del autor

**ARGENIS IVÁN MEJÍA CHAVARRÍA.** Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Contaduría por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la F.E.S. Cuautitlán. Realizó su posgrado en la Facultad de Contaduría y Administración UNAM sede F.E.S. Cuautitlán, donde obtuvo el grado de Maestro en Finanzas en 2016, actualmente es estudiante en el programa de Doctorado en Administración en la Universidad Intercontinental. Ha trabajado como Contador, Auditor y Jefe de Auditoría en empresas como Alpura, Bachoco y Truper Herramientas. Desde 2010 labora en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y posee la categoría de Profesor de Asignatura y Delegado Administrativo Adscrito a la Secretaría Administrativa. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura y 18 trabajos profesionales y 3 memorias de desempeño para titulación por servicio social; es responsable del programa de servicio social titulación "Asesoría y Orientación Fiscal, Contable, Administrativa y Financiera a las Comunidades Periféricas a la F.E.S. Cuautitlán". Es coordinador académico de los diplomados con opción a titulación "auditoría y control interno" y "finanzas corporativas" en el Departamento de Educación Continua de la F.E.S. Cuautitlán.

# Estándares nutricionales foliares para arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) mediante diagnóstico diferencial integrado (DDI), en Chihuahua

Foliar nutritional standards for blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) by integrated differential diagnosis (DDI), in Chihuahua

ROSA MARÍA YÁÑEZ-MUÑOZ<sup>1,2</sup>, JUAN MANUEL SOTO-PARRA<sup>1</sup>, RAMONA PÉREZ LEAL<sup>1</sup>, FRANCISCO JAVIER PIÑA-RAMÍREZ<sup>1</sup> Y ANGÉLICA ANAHÍ ACEVEDO-BARRERA<sup>1</sup>

Recibido: Febrero 26, 2019

Aceptado: Marzo 8, 2019

## Resumen

El arándano es una planta de reciente domesticación, en los últimos años la superficie cultivada con esta especie ha incrementado notablemente como resultado de la alta demanda del fruto. Se caracteriza por su alta vida productiva, alrededor de 20 años o más con buen manejo y bajo condiciones óptimas de clima y suelo. En algunas regiones de México, el manejo orgánico e inorgánico de esta frutilla aún no ha sido definido debido, entre otros factores, a las diferentes condiciones climáticas y edáficas de las zonas productoras, por lo que resulta imperante realizar estudios preliminares con el fin de proponer prácticas culturales racionales, entre ellas la fertilización, por lo que es importante generar estándares nutricionales foliares propios de cada región que sustenten la fertilización. El trabajo se desarrolló en los municipios de Cuauhtémoc, Guerrero y Santa Isabel en Chihuahua, durante los ciclos 2016-2017, el muestreo foliar se realizó con base en la metodología del Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI) generándose los estándares nutricionales foliares; de cada nutriente se obtuvieron nueve niveles: Deficiente (D), Muy bajo (mB), Bajo (B), Medianamente bajo (MB), Suficiente (S), Medianamente alto (MA), Alto (A), Muy alto (mA) y Exceso (E) en cinco variedades de arándano, 'Biloxi', 'Blue Rey', 'Duke', 'Elliot' y 'Sharpe Blue'. Al comparar los estándares generados con los reportados, se encontró que K, Ca, Mg, fueron mayores al estado del arte, mientras que Mn y Cu estuvieron por debajo; Nt, P, Fe y Zn coincidieron con los autores revisados.

**Palabras clave:** macronutrientes, relaciones de cationes, micronutrientes.

## Abstract

The blueberry is a plant of recent domestication, in the last years the surface cultivated with this species has increased remarkably as a result of the high demand of the fruit. Cranberry is a plant that is characterized by its high productive life, around 20 years or more with good management and under optimal climate and soil conditions. In some regions of Mexico, the organic and inorganic management of this strawberry has not yet been defined due, among other factors, to the different climatic and edaphic conditions of the producing areas, so it is imperative to carry out preliminary studies in order to propose Rational cultural practices, including fertilization, it is important to generate nutritional standards specific to each region, which supports fertilization. The work was carried out in the municipalities of Cuauhtémoc, Guerrero and Santa Isabel in Chihuahua, during the 2016-2017 cycles, the foliar sampling was carried out based on the Integrated Differential Diagnosis (DDI) methodology, generating the foliar nutritional standards; each nutrient nine levels were obtained: Deficient (D), Very low (mB), Low (B), Medium low (MB), Sufficient (S), Medium high (MA), High (A), Very high (mA) and Excess (E) in five varieties of blueberry, 'Biloxi', 'Blue King', 'Duke', 'Elliot' and 'Sharpe Blue'. When comparing the standards generated with the state of the art, it was found that K, Ca, Mg, were higher than the state of the art, while Mn and Cu were below; Nt, P, Fe and Zn coincided with the authors reviewed.

**Keywords:** Macronutrients, cation relations, micronutrients.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Ciudad Universitaria s/n, C.P. 31170. Chihuahua, Chih. México.

<sup>2</sup> Correo electrónico del autor de correspondencia: roskey1388@gmail.com

## Introducción

**N**orteamérica es el principal consumidor y comprador de arándanos, así como líder en la producción mundial de esta frutilla (Mesa, 2015), con una producción interna que alcanza las 95 mil toneladas equivalentes al 49.4% del total producido a nivel mundial (Lonza, 2007).

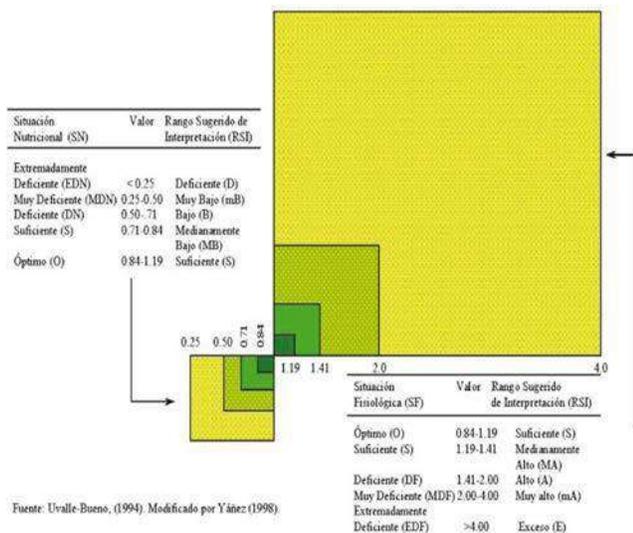
En México, el mercado del arándano es relativamente nuevo, sin embargo, se está convirtiendo en un actor importante de la producción mundial puesto que cuenta con grandes ventajas comparativas y competitivas como son menores costos de logística, cercanía con los mercados de exportación, condiciones de suelo y clima óptimos para cultivo, así como época de producción en los meses de altos precios de noviembre-marzo (SAGARPA, 2012; Bascopé, 2013). Las frutillas como el arándano resultan sensibles a una inadecuada fertilización, por lo que para alcanzar y mantener una nutrición balanceada se pueden utilizar varios métodos de diagnóstico que pueden ser directos o indirectos; entre los métodos directos el más usado es el diagnóstico químico, que dispone de varias herramientas como el análisis foliar o de tejidos que permite evaluar la concentración y contenido de nutrientes durante el ciclo del cultivo de manera más precisa (Moreno *et al.*, 2003).

El conocimiento de la composición mineral del follaje es de vital importancia en el crecimiento del arándano, ya que cada nutriente presenta una estacionalidad diferente, por lo que representa un indicador del grado de absorción, utilización, redistribución interna y de extracción de nutrimentos, de ahí que la determinación de la concentración en diferentes órganos de la planta sirva como referencia para la programación de la fertilización (Hernández, 2014). Ante esto, es imperante la generación de estándares nutricionales propios de cada región, para ello se dispone de la metodología del Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI) cuyo fundamento fisiológico se basa en los mecanismos de la cinética enzimática, los principios del catabolismo y la síntesis de los compuestos fosfatados ricos en energía (Soto *et al.*, 2003).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en los municipios de Cuauhtémoc, seccional Anáhuac, Guerrero, seccional La Junta y Santa Isabel, del estado de Chihuahua, México, durante los ciclos de producción 2016-2017. En cada área se seleccionaron cinco cultivares: 'Biloxi', 'Duke', 'Elliot', 'Blue Rey' y 'Sharp Blue', representativos del área a muestrear. Dentro de cada zona se seleccionaron 40 plantas distribuidas lo más posible en un área representativa, siendo «sanos nutricionalmente» [considerados como el ideal dentro de un huerto, es decir, con alta densidad y uniformidad de cosecha, plantas vigorosas y de una buena estructura y tamaño de hoja, con abundante follaje de color verde intenso y sin presentar sintomatología de desbalances nutricionales (DN) y/o fisiológicos (DF)]. En cada una de las plantas sanas que se seleccionaron, se realizó el muestreo en el mes de junio, en la etapa de desarrollo vegetativo, en hojas recientemente maduras del tercio medio de la planta. Se determinó Nitrógeno total (Nt) (Micro Kjeldahl), Fósforo (P) Meta vanadato y colorimetría, Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) (Mezcla Digestora Triácida y Espectrofotometría de Absorción Atómica).

Con los datos se obtuvieron las concentraciones de Nt, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn; y relación de cationes (Ca+Mg)/K, Ca/(K+Mg), Mg/(K+Ca), Ca/Mg y K/Mg analizados para cada variedad, obteniéndose nueve niveles, valores o concentraciones nutricionales: Deficiente (D), Muy bajo (mB), Bajo (B), Medianamente bajo (MB), Suficiente (S), Medianamente alto (MA), Alto (A), Muy alto (mA) y Exceso (E); definidos como los nueve posibles rangos en los que pueden estar los nutrientes en una planta, relacionados con el crecimiento relativo o la producción del cultivo (Uvalle-Bueno, 1995).



**Figura 1.** Diagrama para la identificación de desbalances nutricionales (DN) y/o desbalances fisiológicos (DF) y determinación del Rango Sugerido de Interpretación (RSI).

En la Figura 1 se usan las columnas del lado derecho para obtener los rangos nutricionales para cada categoría, y las columnas del lado izquierdo para caracterizar los desbalances nutricionales (DN) y fisiológicos (DF). Se parte de los valores críticos y la media de cada nutriente para la identificación de desbalances nutricionales o fisiológicos.

Cada media así obtenida se multiplicó por cada uno de los valores críticos generando el intervalo nutricional para cada categoría con el producto del valor crítico precedente y presente para cada categoría. Para cada intervalo nutricional se obtiene la media aritmética, siendo la del rango suficiente referencia para comparación nutricional, internamente para todas las medias de los rangos nutricionales, y externamente para contrastar el valor de suficiencia con respecto a otros autores. La media aritmética de cada intervalo se compara con respecto a aquella del rango de suficiencia obteniendo los valores  $D = 0.25$ ;  $mB = 0.50$ ;  $B = 0.71$ ;  $MB = 0.84$ ;  $S = 1.19$ ;  $MA = 1.41$ ;  $A = 2.00$ ;  $mA = 4.00$ ;  $E = 16.00$ . A su vez, la media de cada intervalo se constituye con el valor de comparación con respecto al límite inferior y límite superior ( $LI/\mu$ ;  $LS/\mu$ ) para conocer la magnitud del intervalo, sería el primer paso para determinar la presencia de desbalances nutricionales y/o fisiológicos.

## Resultados y discusión

### Generación de estándares nutricionales foliares

Los estándares nutricionales generados mediante Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI) se muestran en el Cuadro 1, en donde cada una de las categorías del contenido nutricional lleva asociado el valor crítico DDI; a partir de la media se generaron los valores correspondientes y se derivó el intervalo respectivo, para el caso de Nt, su media 1.52 se multiplica por el valor de  $D = 0.25$  y da 0.38, y por lo tanto sería el límite inferior (LI); al multiplicar 1.52 por  $mB = 0.50$  da 0.76 este es el límite superior (LS), lo que nos indica que el rango Muy Bajo (mB) el intervalo es de 0.38 - 0.76; para el rango Bajo (B) su intervalo es de 0.77 - 1.08; Medianamente Bajo (MB) es de 1.09 - 1.28; rango de Suficiencia u óptimo (S) es de 1.29 - 1.81; Medianamente Alto (MA) 1.82 - 2.14; Alto (A) 2.15 - 3.04; Muy Alto (mA) 3.05 - 6.08 y finalmente para Exceso (E) por arriba de 6.09, se presentan excesos de este elemento en la planta.

### Comparación con el estado del arte

Es importante mencionar algunos aspectos relacionados con los valores de referencia reportados por varios autores. Generalmente no se mencionan los cálculos realizados para obtener los valores que reportaron, qué técnicas de muestreo de campo para la recolección de muestras siguieron, las determinaciones analíticas de laboratorio y sustento para el procesamiento de la información, de tal manera que no solo se están extrapolando situaciones peculiares del contexto agua-suelo-planta-clima, sino también técnicas analíticas que pueden ser no apropiadas bajo ciertas situaciones (Andrew *et al.*, 2006). En el Cuadro 2 se presenta el intervalo de suficiencia de seis autores, considerando el (LI) y (LS) y la media (m) de cada uno de ellos y a partir de lo cual se observa que el Nitrógeno el LI es de 1.50%, la media de 1.655% y el LS de 1.81%, considerando su rango de fluctuación de 0.31, mientras que los valores aquí generados mostraron LI de 1.29%, media 1.54% y LS 1.81%, por lo cual el estándar generado de Nt presenta mayor rango de fluctuación de 0.52, en algunas ocasiones, cuando existe mayor fluctuación en los límites inferiores se pueden presentar desbalances nutricio-

nales, mientras que en el caso del límite superior nos indica que por arriba del 1.81 se pueden presentar problemas de excesos que pueden reflejarse en desbalances nutricionales. Se encontró que dentro del rango sugerido por los distintos autores, P, Fe y Zn coincidieron con los valores, mientras que para K, Ca y Mg se encontraron muy por arriba de los rangos de los autores revisados. Estos elementos están asociados con la calidad de fruto ya que mejoran sabor y olor, así como su rendimiento, por lo que es importante tomar en consideración la relación entre estos cationes, como fue en el presente estudio.

Pinochet *et al.* (2014) mencionan que las deficiencias de Ca han sido raramente reportadas, donde

el rango foliar estándar es de 0.34 a 0.8%, y la concentración foliar aumentó durante la temporada, en concordancia con su estatus de nutriente inmóvil dentro de la planta, debido a que no presentó la planta puntos de demanda a donde pudiera translocarse el elemento, reflejándose en concentraciones altas en hoja. Los niveles de Mn y Cu estuvieron por debajo de los reportados por los autores revisados, por lo que es importante tomar en cuenta y tomar medidas oportunas con la aplicación de estos, realizar un mejor programa de fertilización específicos del cultivo, con base en los valores de referencia.

El DDI permite explorar rangos fisiológicamente más adecuados, así, el valor del LI y el LS del intervalo

**Cuadro 1.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media.	Intervalo	Deficiente	Muy Bajo	Bajo	Medianamente	Suficiente	Medianamente	Alto	Muy Alto	Exceso	
	Des. Est.		(D)	(mB)	(B)	Bajo (MB)	(S)	Alto (MA)	(A)	(mA)	(E)	
	DDI		0.0625	0.25	0.50	0.71	0.84	1.19	1.41	2.00	4.00	16.00
Nt	1.52	0.19	0.38	0.76	1.08	1.28	1.81	2.14	3.04	6.08	24.32	
	0.360	Intervalo	< 0.38	0.38 - 0.76	0.77 - 1.08	1.09 - 1.28	1.29 - 1.81	1.82 - 2.14	2.15 - 3.04	3.05 - 6.08	> 6.09	
		Yi	0.29	0.57	0.92	1.18	1.54	1.98	2.59	4.56	15.20	
P	0.144	0.018	0.036	0.072	0.102	0.121	0.171	0.203	0.288	0.576	2.304	
	0.050		< 0.036	0.037 - 0.072	0.073 - 0.102	0.103 - 0.121	0.122 - 0.171	0.172 - 0.203	0.204 - 0.288	0.288 - 0.576	> 0.577	
			0.03	0.05	0.09	0.11	0.15	0.19	0.25	0.43	1.44	
K	1.17	0.15	0.29	0.59	0.83	0.98	1.39	1.65	2.34	4.68	0.59	
	0.289		< 0.29	0.30 - 0.59	0.60 - 0.83	0.84 - 0.98	0.99 - 1.39	1.40 - 1.65	1.66 - 2.34	2.35 - 4.68	> 4.69	
			0.22	0.44	0.71	0.91	1.19	1.52	1.99	3.51	2.63	
Ca	1.53	0.19	0.38	0.77	1.09	1.29	1.82	2.16	3.06	6.12	24.48	
	0.261		< 0.38	0.39 - 0.77	0.78 - 1.09	1.10 - 1.29	1.30 - 1.82	1.83 - 2.16	2.17 - 3.06	3.07 - 6.12	> 6.13	
			0.29	0.57	0.93	1.19	1.55	2.00	2.61	4.59	15.30	
Mg	0.42	0.05	0.11	0.21	0.30	0.35	0.50	0.59	0.84	1.68	6.72	
	0.048		< 0.11	0.12 - 0.21	0.22 - 0.30	0.31 - 0.35	0.36 - 0.50	0.51 - 0.59	0.60 - 0.84	0.85 - 1.68	> 1.69	
			0.08	0.16	0.25	0.33	0.43	0.55	0.72	1.26	4.20	
(Ca+Mg)/K	3.91	0.49	0.98	1.96	2.78	3.28	4.65	5.51	7.82	15.64	59.43	
	0.963		< 0.98	0.99 - 1.96	1.97 - 2.78	2.79 - 3.28	3.29 - 4.65	4.66 - 5.51	5.52 - 7.82	7.83 - 15.64	> 15.65	
			0.73	1.47	2.37	3.03	3.97	5.08	6.67	11.73	37.54	
Ca/(K+Mg)	1.20	0.15	0.30	0.60	0.85	1.01	1.43	1.69	2.40	4.80	1.73	
	0.231		< 0.30	0.31 - 0.60	0.61 - 0.85	0.86 - 1.01	1.02 - 1.43	1.44 - 1.69	1.70 - 2.40	2.41 - 4.80	> 4.81	
			0.23	0.45	0.73	0.93	1.22	1.56	2.05	3.60	3.26	
Mg/(K+Ca)	0.33	0.04	0.08	0.17	0.23	0.28	0.39	0.47	0.66	1.32	0.87	
	0.059		< 0.08	0.09 - 0.17	0.18 - 0.23	0.24 - 0.28	0.29 - 0.39	0.40 - 0.47	0.48 - 0.66	0.67 - 1.32	> 1.33	
			0.06	0.12	0.20	0.26	0.33	0.43	0.56	0.99	1.09	
Ca/Mg	2.22	0.28	0.56	1.11	1.58	1.86	2.64	3.13	4.44	8.88	33.97	
	0.434		< 0.56	0.57 - 1.11	1.12 - 1.58	1.59 - 1.86	1.87 - 2.64	2.65 - 3.13	3.14 - 4.44	4.45 - 8.88	> 8.89	
			0.42	0.83	1.34	1.72	2.25	2.89	3.79	6.66	21.42	
K/Mg	0.87	0.11	0.22	0.44	0.62	0.73	1.04	1.23	1.74	3.48	3.65	
	0.219		< 0.22	0.23 - 0.44	0.45 - 0.62	0.63 - 0.73	0.74 - 1.04	1.05 - 1.23	1.24 - 1.74	1.75 - 3.48	> 3.49	
			0.16	0.33	0.53	0.67	0.88	1.13	1.48	2.61	3.57	
Fe	304.1	38.0	76.0	152.1	215.9	255.4	361.9	428.8	608.2	1216.4	4865.6	
	61.915		< 76.0	77.0 - 152.1	152.2 - 215.9	216.0 - 255.4	255.5 - 361.9	362.0 - 428.8	428.9 - 608.2	608.3 - 1216.4	> 1216.5	
			57.0	114.0	184.0	235.7	308.7	395.3	518.5	912.3	3041.0	
Mn	128.5	16.1	32.1	64.3	91.2	107.9	152.9	181.2	257.0	514.0	2056.0	
	27.030		< 32.1	32.2 - 64.3	64.4 - 91.2	91.3 - 107.9	108.0 - 152.9	153.0 - 181.2	181.3 - 257.0	257.1 - 514.0	> 514.1	
			24.1	48.2	77.7	99.6	130.4	167.1	219.1	385.5	1285.0	
Zn	24.6	3.1	6.2	12.3	17.5	20.7	29.3	34.7	49.3	98.5	394.1	
	7.801		< 6.2	6.3 - 12.3	12.4 - 17.5	17.6 - 20.7	20.8 - 29.3	29.4 - 34.7	34.8 - 49.3	49.4 - 98.5	> 98.6	
			4.6	9.2	14.7	19.1	25.0	32.0	42.0	73.9	246.3	
Cu	10.4	1.3	2.6	5.2	7.4	8.7	12.4	14.7	20.8	41.6	166.4	
	3.4950		< 2.6	2.7 - 5.2	5.3 - 7.4	7.5 - 8.7	8.8 - 12.4	12.5 - 14.7	14.8 - 20.8	20.9 - 41.6	> 41.7	
			2.0	3.9	6.3	8.1	10.6	13.5	17.7	31.2	104.0	

debería de caer entre 0.84 y 1.19; lo que indica que fisiológicamente están dentro del rango adecuado, el intervalo generado aquí para Nt al dividir 1.29 / 1.81; da 0.71; e igualmente para los demás nutrientes, presentándose siempre de manera constante, por lo que es considerado una ventaja de los rangos generados por el DDI ya que permite ser más objetivo y adecuado para su interpretación, al compararlos con los intervalos de los distintos autores ya que estos presentan más discrepancia en los valores obtenidos, Nt 1.50/1.81 = 0.83 (S) dentro de la Figura 1; P 0.10/0.26 = 0.38 (MDN); K 0.316/0.606 = 0.52 (DN); Ca 0.339/0.60 = 0.57 (DN); Mg 0.12/0.30 = 0.40 (MDN); Fe 90/398 = 0.23 (EDN); Mn 161.1/200 = 0.81 (S); Zn 19/45.9 = 0.41 (MDN); Cu 12/32.3 = 0.37 (MDN), indicando que sus rangos pueden ser muy amplios, por lo que, al mencionar situaciones nutricionales o fisiológicas, en el rango adecuado, en realidad el valor inferior presenta desbalance nutricional con respecto al valor superior, cosa que no sucede con los rangos nutricionales del DDI.

Para los cinco cultivares evaluados (Biloxi, Elliot, Blue Rey, Duke y Sharp Blue) fueron determinados los estándares nutricionales propios de cada una de ellas (cuadros 3, 4, 5, 6 y 7).

Diferente a otros métodos tradicionales para la generación de estándares nutricionales donde no se considera la interacción entre nutrientes, el balance nutrimental, donde los valores críticos se definen para una etapa de muestreo específica, con la determinación por el método DDI se logró obtener rangos nutricionales que permiten identificar detalladamente el estado nutricional de cada variedad, un paso siguiente sería la caracterización para obtener los desbalances nutricionales y/o fisiológicos de la planta. Cabe destacar que para las áreas de Anáhuac, La Junta y Santa Isabel, de reciente introducción del cultivo, no se contaba con modelos nutricionales para estas variedades, los cuales funcionarán como base para un manejo nutricional más eficiente, permitiendo obtener mayores rendimientos, así como menor gasto en insumos.

**Cuadro 2.** Niveles nutricionales adecuados del estado del arte en hojas para el cultivo de arándano.

Elemento	Nivel Adecuado (Armendariz, 2018)	Nivel Adecuado (Bouchard y Gagnon) 1987	Nivel Adecuado (Hanson y Hancock) 1996	Nivel Adecuado (Lafond) 2009	Nivel Adecuado (Rivadeneira) 2012	Nivel Adecuado (Hirzel) 2013	Nivel Adecuado (Hernández, Hernández D) 2014	Intervalos Límite Inferior (LI)- Límite Superior (LS) y Media (m)
N %	1.54	1.68	1.65	1.81	1.76	1.80	1.501	1.50 – 1.81 (1.655)
P %	0.15	0.11	0.10	0.133	0.12	0.26	0,19	0.10 – 0.26 (0.18)
K %	1.19	0.316	0.35	0.606	0.48	0.50	0,59	0.316 – 0.606 (0.461)
Ca %	1.55	0.552	0.34	0.339	0.58	0.60	0,464	0.339 - 0.60 (0.469)
Mg %	0.43	0.155	0.12	0.152	0.30	0.185	0,267	0.12 – 0.30 (0.21)
Na %							0.0182	0.0182
Fe mg/kg	308.7		150.0			90.0	398.0	90 – 398 (244.0)
Mn mg/kg	130.4		168.0			200.0	161.1	161.1 – 200 (180.5)
Zn mg/kg	25.0		20.0			19.0	45.9	19 – 45.9 (32.45)
Cu mg/kg	10.6		15.0			12.0	32.3	12 – 32.3 (22.15)

Bouchard y Gagnon, 1987; Hanson y Hancock, 1996; Lafond, 2009; Rivadeneira, 2012; Hirzel, 2013; Hernández, 2014; Armendariz, 2018.

**Cuadro 3.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano Variedad «Biloxi» Mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media.	Deficiente (D)	Muy Bajo (mB)	Bajo (B)	Medianamente Bajo (MB)	Suficiente (S)	Medianamente Alto (MA)	Alto (A)	Muy Alto (mA)	Exceso (E)	
	Des. Est.										
	DDI	0.0625	0.25	0.50	0.71	0.84	1.19	1.41	2.00	16.00	
Nt	1.68	0.21	0.42	0.84	1.19	1.41	2.00	2.37	3.36	6.72	26.88
	0.319	Intervalo	< 0.32	0.33 - 0.84	0.85 - 1.19	1.20 - 1.41	1.21 - 2.00	2.10 - 2.37	2.38 - 3.36	3.37 - 6.72	> 6.73
P	0.150	0.019	0.038	0.075	0.107	0.126	0.179	0.212	0.300	0.600	2.400
	0.048	Yi	< 0.038	0.039 - 0.075	0.076 - 0.107	0.108 - 0.126	0.127 - 0.179	0.180 - 0.212	0.213 - 0.300	0.301 - 0.600	> 0.601
K	1.01	0.13	0.25	0.51	0.72	0.85	1.20	1.42	2.02	4.04	0.51
	0.280		< 0.25	0.26 - 0.51	0.52 - 0.72	0.73 - 0.85	0.86 - 1.20	1.21 - 1.42	1.43 - 2.02	2.03 - 4.04	> 4.05
Ca	1.52	0.19	0.38	0.76	1.08	1.28	1.81	2.14	3.04	6.08	24.32
	0.298		< 0.38	0.39 - 0.76	0.77 - 1.08	1.09 - 1.28	1.29 - 1.81	1.82 - 2.14	2.15 - 3.04	3.05 - 6.08	> 6.09
Mg	0.43	0.05	0.11	0.22	0.31	0.36	0.51	0.61	0.86	1.72	6.88
	0.055		< 0.11	0.12 - 0.22	0.23 - 0.31	0.32 - 0.36	0.37 - 0.51	0.52 - 0.61	0.62 - 0.86	0.87 - 1.72	> 1.73
(Ca+Mg)/K	4.51	0.56	1.13	2.26	3.20	3.79	5.37	6.36	9.02	18.04	75.77
	0.984		< 1.13	1.14 - 2.26	2.27 - 3.20	3.21 - 3.79	3.80 - 5.37	5.38 - 6.36	6.37 - 9.02	9.03 - 18.04	> 18.05
Ca/(K+Mg)	1.25	0.16	0.31	0.63	0.89	1.05	1.49	1.76	2.50	5.00	1.88
	0.226		< 0.31	0.32 - 0.63	0.64 - 0.89	0.90 - 1.05	1.06 - 1.49	1.50 - 1.76	1.77 - 2.50	2.51 - 5.00	> 5.01
Mg/(K+Ca)	0.36	0.05	0.09	0.18	0.26	0.30	0.43	0.51	0.72	1.44	0.82
	0.066		< 0.09	0.10 - 0.18	0.19 - 0.26	0.27 - 0.30	0.31 - 0.43	0.44 - 0.51	0.52 - 0.72	0.73 - 1.44	> 1.45
Ca/Mg	2.17	0.27	0.54	1.09	1.54	1.82	2.58	3.06	4.34	8.68	32.98
	0.396		< 0.54	0.55 - 1.09	1.10 - 1.54	1.55 - 1.82	1.83 - 2.58	2.59 - 3.06	3.07 - 4.34	4.35 - 8.68	> 8.69
K/Mg	0.74	0.09	0.19	0.37	0.53	0.62	0.88	1.04	1.48	2.96	3.18
	0.212		< 0.19	0.20 - 0.37	0.38 - 0.53	0.54 - 0.62	0.63 - 0.88	0.89 - 1.04	1.05 - 1.48	1.49 - 2.96	> 2.97
Fe	322.0	40.3	80.5	161.0	228.6	270.5	383.2	454.0	644.0	1288.0	5152.0
	37.809		< 80.5	80.6 - 161.0	161.1 - 228.6	228.7 - 270.5	270.6 - 383.2	383.3 - 454.0	454.1 - 644.0	644.1 - 1288.0	> 1288.1
Mn	142.4	17.8	35.6	71.2	101.1	119.6	169.5	200.8	284.8	569.6	2278.4
	18.228		< 35.6	35.7 - 71.2	71.3 - 101.1	101.2 - 119.6	119.7 - 169.5	169.6 - 200.8	200.9 - 284.8	284.9 - 569.6	> 569.7
Zn	22.1	2.8	5.5	11.1	15.7	18.6	26.3	31.2	44.2	88.4	353.6
	5.967		< 5.5	5.6 - 11.1	11.2 - 15.7	15.8 - 18.6	18.7 - 26.3	26.4 - 31.2	31.3 - 44.2	44.3 - 88.4	> 88.5
Cu	11.1	1.4	2.8	5.6	7.9	9.3	13.2	15.7	22.2	44.4	177.6
	4.298		< 2.8	2.9 - 5.6	5.7 - 7.9	8.0 - 9.3	9.4 - 13.2	13.3 - 15.7	15.8 - 22.2	22.3 - 44.4	> 44.5

**Cuadro 4.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano variedad «Blue Rey» mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media.	Deficiente (D)	Muy Bajo (mB)	Bajo (B)	Medianamente Bajo (MB)	Suficiente (S)	Medianamente Alto (MA)	Alto (A)	Muy Alto (mA)	Exceso (E)	
	Des. Est.										
	DDI	0.0625	0.25	0.50	0.71	0.84	1.19	1.41	2.00	4.00	16.00
Nt	1.81	0.19	0.38	0.76	1.07	1.27	1.80	2.13	3.02	6.04	24.16
	0.390	Intervalo	< 0.38	0.39 - 0.76	0.77 - 1.07	1.08 - 1.27	1.28 - 1.80	1.81 - 2.13	2.14 - 3.02	3.03 - 6.04	> 6.05
P	0.147	0.018	0.037	0.074	0.104	0.123	0.175	0.207	0.294	0.588	2.352
	0.053	Yi	< 0.037	0.038 - 0.074	0.075 - 0.104	0.105 - 0.123	0.124 - 0.175	0.176 - 0.207	0.208 - 0.294	0.295 - 0.588	> 0.589
K	1.17	0.15	0.29	0.59	0.83	0.98	1.39	1.65	2.34	4.68	0.59
	0.239		< 0.29	0.30 - 0.59	0.60 - 0.83	0.84 - 0.98	0.99 - 1.39	1.40 - 1.65	1.66 - 2.34	2.35 - 4.68	> 4.69
Ca	1.46	0.18	0.37	0.73	1.04	1.23	1.74	2.06	2.92	5.84	23.36
	0.246		< 0.37	0.38 - 0.73	0.74 - 1.04	1.05 - 1.23	1.24 - 1.74	1.75 - 2.06	2.07 - 2.92	2.93 - 5.84	> 5.85
Mg	0.43	0.05	0.11	0.22	0.31	0.36	0.51	0.61	0.86	1.72	6.88
	0.049		< 0.11	0.12 - 0.22	0.23 - 0.31	0.32 - 0.36	0.37 - 0.51	0.52 - 0.61	0.62 - 0.86	0.87 - 1.72	> 1.73
(Ca+Mg)/K	3.72	0.47	0.93	1.86	2.64	3.12	4.43	5.25	7.44	14.88	56.17
	0.784		< 0.93	0.94 - 1.86	1.87 - 2.64	2.65 - 3.12	3.13 - 4.43	4.44 - 5.25	5.26 - 7.44	7.45 - 14.88	> 14.89
Ca/(K+Mg)	1.14	0.14	0.29	0.57	0.81	0.96	1.36	1.61	2.28	4.56	1.68
	0.22		< 0.29	0.30 - 0.57	0.58 - 0.81	0.82 - 0.96	0.97 - 1.36	1.37 - 1.61	1.62 - 2.28	2.29 - 4.56	> 4.57
Mg/(K+Ca)	0.34	0.04	0.09	0.17	0.24	0.29	0.40	0.48	0.68	1.36	0.90
	0.044		< 0.09	0.10 - 0.17	0.18 - 0.24	0.25 - 0.29	0.30 - 0.40	0.41 - 0.48	0.49 - 0.68	0.69 - 1.36	> 1.37
Ca/Mg	2.11	0.26	0.53	1.06	1.50	1.77	2.51	2.98	4.22	8.44	30.81
	0.359		< 0.53	0.54 - 1.06	1.07 - 1.50	1.51 - 1.77	1.78 - 2.51	2.52 - 2.98	2.99 - 4.22	4.23 - 8.44	> 8.45
K/Mg	0.86	0.11	0.22	0.43	0.61	0.72	1.02	1.21	1.72	3.44	3.70
	0.142		< 0.22	0.23 - 0.43	0.44 - 0.61	0.62 - 0.72	0.73 - 1.02	1.03 - 1.21	1.22 - 1.72	1.73 - 3.44	> 3.45
Fe	295.2	36.9	73.8	147.6	209.6	248.0	351.3	416.2	590.4	1180.8	4723.2
	52.057		< 73.8	73.9 - 147.6	147.7 - 209.6	209.7 - 248.0	248.1 - 351.3	351.4 - 416.2	416.3 - 590.4	590.5 - 1180.8	> 1180.9
Mn	127.9	16.0	32.0	64.0	90.8	107.4	152.2	180.3	255.8	511.6	2046.4
	24.562		< 32.0	32.1 - 64.0	64.1 - 90.8	90.9 - 107.4	107.5 - 152.2	152.3 - 180.3	180.4 - 255.8	255.9 - 511.6	> 511.7
Zn	24.5	3.1	6.1	12.3	17.4	20.6	29.2	34.5	49.0	98.0	392.0
	7.771		< 6.1	6.2 - 12.3	12.4 - 17.4	17.5 - 20.6	20.7 - 29.2	29.3 - 34.5	34.6 - 49.0	49.1 - 98.0	> 98.1
Cu	10.3	1.3	2.6	5.2	7.3	8.7	12.3	14.5	20.6	41.2	164.8
	3.210		< 2.6	2.7 - 5.2	5.3 - 7.3	7.4 - 8.7	8.8 - 12.3	12.4 - 14.5	14.6 - 20.6	20.7 - 41.2	> 41.3

**Cuadro 5.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano variedad «Duke» mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media Des. Est.	Deficiente (D)	Muy Bajo (mB)	Bajo (B)	Medianamente Bajo (MB)	Suficiente (S)	Medianamente Alto (MA)	Alto (A)	Muy Alto (mA)	Exceso (E)	
	DDI	0.0625	0.25	0.50	0.71	0.84	1.19	1.41	2.00	4.00	16.00
Nt	1.60	0.20	0.40	0.80	1.14	1.34	1.90	2.26	3.20	6.40	25.60
	0.394	Interv alo Yi	< 0.40 0.30	0.41 - 0.80 0.60	0.81 - 1.14 0.97	1.15 - 1.30 1.24	1.31 - 1.90 1.62	1.91 - 2.26 2.08	2.27 - 3.20 2.73	3.21 - 6.40 4.80	> 6.41 16.00
P	0.149	0.019	0.037	0.075	0.106	0.125	0.177	0.210	0.298	0.596	2.384
	0.053		< 0.037 0.03	0.038 - 0.075 0.06	0.076 - 0.106 0.09	0.107 - 0.125 0.12	0.126 - 0.177 0.15	0.178 - 0.210 0.19	0.211 - 0.298 0.25	0.299 - 0.596 0.45	> 0.597 1.49
K	1.41	0.18	0.35	0.71	1.00	1.18	1.68	1.99	2.82	5.64	0.71
	0.271		< 0.35 0.26	0.36 - 0.71 0.53	0.72 - 1.00 0.85	1.01 - 1.18 1.09	1.19 - 1.68 1.43	1.69 - 1.99 1.83	2.00 - 2.82 2.40	2.83 - 5.64 4.23	> 5.65 3.17
Ca	1.71	0.21	0.43	0.86	1.21	1.44	2.03	2.41	3.42	6.84	27.36
	0.173		< 0.43 0.32	0.44 - 0.86 0.64	0.87 - 1.21 1.03	1.22 - 1.44 1.33	1.45 - 2.03 1.74	2.04 - 2.41 9.00	2.42 - 3.42 2.92	3.43 - 6.84 5.13	> 6.85 17.10
Mg	0.43	0.05	0.11	0.22	0.31	0.36	0.51	0.61	0.86	1.72	6.88
	0.046		< 0.11 0.08	0.12 - 0.22 0.16	0.23 - 0.31 0.26	0.32 - 0.36 0.33	0.37 - 0.51 0.44	0.52 - 0.61 0.56	0.62 - 0.86 0.73	0.87 - 1.72 1.29	> 1.73 4.30
(Ca+Mg)/K	3.49	0.44	0.87	1.75	2.48	2.93	4.15	4.92	6.98	13.96	55.84
	0.856		< 0.87 0.65	0.88 - 1.75 1.31	1.76 - 2.48 2.11	2.49 - 2.93 2.70	2.94 - 4.15 3.54	4.16 - 4.92 4.54	4.93 - 6.98 5.95	6.99 - 13.96 10.47	> 13.97 34.90
Ca/(K+Mg)	1.21	0.15	0.30	0.61	0.86	1.02	1.44	1.71	2.42	4.84	1.80
	0.198		< 0.30 0.23	0.31 - 0.61 0.45	0.62 - 0.86 0.73	0.87 - 1.02 0.94	1.03 - 1.44 1.23	1.45 - 1.71 1.57	1.72 - 2.42 2.06	2.43 - 4.84 3.63	> 4.85 3.32
Mg/(K+Ca)	0.29	0.04	0.07	0.15	0.21	0.24	0.35	0.41	0.58	1.16	0.92
	0.046		< 0.07 0.05	0.08 - 0.15 0.11	0.16 - 0.21 0.18	0.22 - 0.24 0.22	0.25 - 0.35 0.29	0.36 - 0.41 0.38	0.42 - 0.58 0.49	0.59 - 1.16 0.87	> 1.17 1.04
Ca/Mg	2.44	0.31	0.61	1.22	1.73	2.05	2.90	3.44	4.88	9.76	41.72
	0.373		< 0.61 0.46	0.62 - 1.22 0.92	1.23 - 1.73 1.48	1.74 - 2.05 1.89	2.06 - 2.90 2.48	2.91 - 3.44 3.17	3.45 - 4.88 4.16	4.89 - 9.76 7.32	> 9.77 25.74
K/Mg	1.03	0.13	0.26	0.52	0.73	0.87	1.23	1.45	2.06	4.12	4.43
	0.257		< 0.26 0.19	0.27 - 0.52 0.39	0.53 - 0.73 0.62	0.74 - 0.87 0.80	0.88 - 1.23 1.05	1.24 - 1.45 1.34	1.46 - 2.06 1.76	2.07 - 4.12 3.09	> 4.13 4.27
Fe	302.4	37.8	75.6	151.2	214.7	254.0	359.9	426.4	604.8	1209.6	4838.4
	85.699		< 75.6 56.7	75.7 - 151.2 113.4	151.3 - 214.7 183.0	214.8 - 254.0 234.4	254.1 - 359.9 306.9	360.0 - 426.4 393.1	426.5 - 604.8 515.6	604.9 - 1209.6 907.2	> 1209.7 3024.0
Mn	135.9	17.0	34.0	68.0	96.5	114.2	161.7	191.6	271.8	543.6	2174.4
	37.313		< 34.0 25.5	34.1 - 68.0 51.0	68.1 - 96.5 82.2	96.6 - 114.2 105.3	114.3 - 161.7 137.9	161.8 - 191.6 176.7	191.7 - 271.8 231.7	271.9 - 543.6 407.7	> 543.7 1359.0
Zn	29.0	3.6	7.3	14.5	20.6	24.4	34.5	40.9	58.0	116.0	464.0
	9.667		< 7.3 5.4	7.4 - 14.5 10.9	14.6 - 20.6 17.5	20.7 - 24.4 22.5	24.5 - 34.5 29.4	34.6 - 40.9 37.7	41.0 - 58.0 49.4	58.1 - 116.0 87.0	> 116.1 290.0
Cu	10.2	1.3	2.6	5.1	7.2	8.6	12.1	14.4	20.4	40.8	163.2
	3.215		< 2.6 1.9	2.7 - 5.1 3.8	5.2 - 7.2 6.2	7.3 - 8.6 7.9	8.7 - 12.1 10.4	12.2 - 14.4 13.3	14.5 - 20.4 17.4	20.5 - 40.8 30.6	> 40.9 102.0

**Cuadro 6.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano variedad «Elliot» mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media.	Intervalo	Deficiente (D)	Muy Bajo (mB)	Bajo (B)	Medianamente Bajo (MB)	Suficiente (S)	Medianamente Alto (MA)	Alto (A)	Muy Alto (mA)	Exceso (E)	
	Des. Est.											DDI
			<b>0.0625</b>	<b>0.25</b>	<b>0.50</b>	<b>0.71</b>	<b>0.84</b>	<b>1.19</b>	<b>1.41</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>16.00</b>
Nt	<b>1.35</b>	0.17	0.34	0.68	0.96	1.13	1.61	1.90	2.70	5.40	21.60	
	0.241	0.241	< 0.34	0.35 - 0.68	0.69 - 0.96	0.67 - 1.13	<b>1.14 - 1.61</b>	1.62 - 1.90	1.91 - 2.70	2.71 - 5.40	> 5.41	
P	<b>0.136</b>	0.017	0.034	0.068	0.097	0.114	0.162	0.192	0.272	0.544	2.176	
	0.044	0.044	< 0.034	0.035 - 0.068	0.069 - 0.097	0.098 - 0.114	<b>0.115 - 0.162</b>	0.163 - 0.192	0.193 - 0.272	0.273 - 0.544	> 0.545	
K	<b>1.03</b>	0.13	0.26	0.52	0.73	0.87	1.23	1.45	2.06	4.12	0.52	
	0.241	0.241	< 0.26	0.27 - 0.52	0.53 - 0.73	0.74 - 0.87	<b>0.88 - 1.23</b>	1.24 - 1.45	1.46 - 2.06	2.07 - 4.12	> 4.13	
Ca	<b>1.50</b>	0.19	0.38	0.75	1.07	1.26	1.79	2.12	3.00	6.00	24.00	
	0.228	0.228	< 0.38	0.39 - 0.75	0.76 - 1.07	1.08 - 1.26	<b>1.27 - 1.79</b>	1.80 - 2.12	2.13 - 3.00	3.01 - 6.00	> 6.01	
Mg	<b>0.40</b>	0.05	0.10	0.20	0.28	0.34	0.48	0.56	0.80	1.60	6.40	
	0.038	0.038	< 0.10	0.11 - 0.20	0.21 - 0.28	0.29 - 0.34	<b>0.35 - 0.48</b>	0.49 - 0.56	0.57 - 0.80	0.81 - 1.60	> 1.61	
(Ca+Mg)/K	<b>3.06</b>	0.38	0.77	1.53	2.17	2.57	3.64	4.31	6.12	12.24	41.31	
	0.500	0.500	< 0.77	0.78 - 1.53	1.54 - 2.17	2.18 - 2.57	<b>2.58 - 3.64</b>	3.65 - 4.31	4.32 - 6.12	6.13 - 12.24	> 12.25	
Ca/(K+Mg)	<b>1.02</b>	0.13	0.26	0.51	0.72	0.86	1.21	1.44	2.04	4.08	1.39	
	0.273	0.273	< 0.26	0.27 - 0.51	0.52 - 0.72	0.73 - 0.86	<b>0.87 - 1.21</b>	1.22 - 1.44	1.45 - 2.04	2.05 - 4.08	> 4.09	
Mg/(K+Ca)	<b>0.34</b>	0.04	0.09	0.17	0.24	0.29	0.40	0.48	0.68	1.36	0.79	
	0.767	0.767	< 0.09	0.10 - 0.17	0.18 - 0.24	0.25 - 0.29	<b>0.30 - 0.40</b>	0.41 - 0.48	0.49 - 0.68	0.69 - 1.36	> 1.37	
Ca/Mg	<b>2.05</b>	0.26	0.51	1.03	1.46	1.72	2.44	2.89	4.10	8.20	30.75	
	0.629	0.629	< 0.51	0.52 - 1.03	1.04 - 1.46	1.47 - 1.72	<b>1.73 - 2.44</b>	2.45 - 2.89	2.90 - 4.10	4.11 - 8.20	> 8.21	
K/Mg	<b>1.00</b>	0.13	0.25	0.50	0.71	0.84	1.19	1.41	2.00	4.00	4.00	
	0.129	0.129	< 0.25	0.26 - 0.50	0.51 - 0.71	0.72 - 0.84	<b>0.85 - 1.19</b>	1.00 - 1.41	1.42 - 2.00	2.01 - 4.00	> 4.01	
Fe	<b>290.6</b>	36.3	72.7	145.3	206.3	244.1	345.8	409.7	581.2	1162.4	4649.6	
	71.753	71.753	< 72.7	72.8 - 145.3	145.4 - 206.3	206.4 - 244.1	<b>244.2 - 345.8</b>	345.9 - 409.7	409.8 - 581.2	581.3 - 1162.4	> 1162.5	
Mn	<b>110.6</b>	13.8	27.7	55.3	78.5	92.9	131.6	155.9	221.2	442.4	1769.6	
	14.083	14.083	< 27.7	27.8 - 55.3	55.4 - 78.5	78.6 - 92.9	<b>93.0 - 131.6</b>	131.7 - 155.9	156.0 - 221.2	221.3 - 442.4	> 442.5	
Zn	<b>22.0</b>	2.8	5.5	11.0	15.6	18.5	26.2	31.0	44.0	88.0	352.0	
	6.533	6.533	< 5.5	5.6 - 11.0	11.1 - 15.6	15.7 - 18.5	<b>18.6 - 26.2</b>	26.3 - 31.0	31.1 - 44.0	44.1 - 88.0	> 88.1	
Cu	<b>10.3</b>	1.3	2.6	5.2	7.3	8.7	12.3	14.5	20.6	41.2	164.8	
	3.460	3.460	< 2.6	2.7 - 5.2	5.3 - 7.3	7.4 - 8.7	<b>8.8 - 12.3</b>	12.4 - 14.5	14.6 - 20.6	20.7 - 41.2	> 41.3	

**Cuadro 7.** Generación de estándares nutricionales foliares en arándano variedad «Sharpe Blue» mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Chihuahua.

Nutriente	Media.	Deficiente (D)	Muy Bajo (mB)	Bajo (B)	Medianamente Bajo (MB)	Suficiente (S)	Medianamente Alto (MA)	Alto (A)	Muy Alto (mA)	Exceso (E)	
	Des. Est.										
	<b>0.0625</b>	<b>0.25</b>	<b>0.50</b>	<b>0.71</b>	<b>0.84</b>	<b>1.19</b>	<b>1.41</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>16.00</b>	
Nt	1.31	0.16	0.33	0.66	0.93	1.10	1.56	1.85	2.62	5.24	20.96
	0.255	Intervalo	< 0.33	0.34 - 0.66	0.67 - 0.93	0.94 - 1.10	<b>1.11 - 1.56</b>	1.57 - 1.85	1.86 - 2.62	2.63 - 5.24	> 5.25
P	0.118	0.015	0.030	0.059	0.084	0.099	0.140	0.166	0.236	0.472	1.888
	0.052		< 0.030	0.031 - 0.059	0.060 - 0.084	0.085 - 0.099	<b>0.100 - 0.140</b>	0.141 - 0.166	0.167 - 0.236	0.237 - 0.472	> 0.473
K	1.34	0.17	0.34	0.67	0.95	1.13	1.59	1.89	2.68	5.36	0.67
	0.084		< 0.34	0.35 - 0.67	0.68 - 0.95	0.96 - 1.13	<b>1.14 - 1.59</b>	1.60 - 1.89	1.90 - 2.68	2.69 - 5.36	> 5.37
Ca	1.39	0.17	0.35	0.70	0.99	1.17	1.65	1.96	2.78	5.56	22.24
	0.326		< 0.35	0.36 - 0.70	0.71 - 0.99	1.00 - 1.17	<b>1.18 - 1.65</b>	1.66 - 1.96	1.97 - 2.78	2.79 - 5.56	> 5.57
Mg	0.42	0.05	0.11	0.21	0.30	0.35	0.50	0.59	0.84	1.68	6.72
	0.040		< 0.11	0.12 - 0.21	0.22 - 0.30	0.31 - 0.35	<b>0.36 - 0.50</b>	0.51 - 0.59	0.60 - 0.84	0.85 - 1.68	> 1.69
(Ca+Mg)/K	4.14	0.52	1.04	2.07	2.94	3.48	4.93	5.84	8.28	16.56	54.23
	0.959		< 1.04	1.05 - 2.07	2.08 - 2.94	2.95 - 3.48	<b>3.49 - 4.93</b>	4.94 - 5.84	5.85 - 8.28	8.29 - 16.56	> 16.57
Ca/(K+Mg)	1.40	0.18	0.35	0.70	0.99	1.18	1.67	1.97	2.80	5.60	1.65
	0.194		< 0.35	0.36 - 0.70	0.71 - 0.99	1.00 - 1.18	<b>1.19 - 1.67</b>	1.68 - 1.97	1.98 - 2.80	2.81 - 5.60	> 5.61
Mg/(K+Ca)	0.28	0.04	0.07	0.14	0.20	0.24	0.33	0.39	0.56	1.12	0.84
	0.042		< 0.07	0.08 - 0.14	0.15 - 0.20	0.21 - 0.24	<b>0.25 - 0.33</b>	0.34 - 0.39	0.40 - 0.56	0.57 - 1.12	> 1.13
Ca/Mg	2.72	0.34	0.68	1.36	1.93	2.28	3.24	3.84	5.44	10.88	37.81
	0.371		< 0.68	0.69 - 1.36	1.37 - 1.93	1.94 - 2.28	<b>2.29 - 3.24</b>	3.25 - 3.84	3.85 - 5.44	5.45 - 10.88	> 10.89
K/Mg	0.96	0.12	0.24	0.48	0.68	0.81	1.14	1.35	1.92	3.84	4.03
	0.326		< 0.24	0.25 - 0.48	0.49 - 0.68	0.69 - 0.81	<b>0.82 - 1.14</b>	1.15 - 1.35	1.36 - 1.92	1.93 - 3.84	> 3.85
Fe	333.3	41.7	83.3	166.7	236.6	280.0	396.6	470.0	666.6	1333.2	5332.8
	31.652		< 83.3	83.4 - 166.7	166.8 - 236.6	236.7 - 280.0	<b>280.1 - 396.6</b>	396.7 - 470.0	470.1 - 666.6	666.7 - 1333.2	> 1333.3
Mn	112.0	14.0	28.0	56.0	79.5	94.1	133.3	157.9	224.0	448.0	1792.0
	17.134		< 28.0	28.1 - 56.0	56.1 - 79.5	79.6 - 94.1	<b>94.2 - 133.3</b>	133.4 - 157.9	158.0 - 224.0	224.1 - 448.0	> 448.1
Zn	26.5	3.3	6.6	13.3	18.8	22.3	31.5	37.4	53.0	106.0	424.0
	3.256		< 6.6	6.7 - 13.3	13.4 - 18.8	18.9 - 22.3	<b>22.4 - 31.5</b>	31.6 - 37.4	37.5 - 53.0	53.1 - 106.0	> 106.1
Cu	9.6	1.2	2.4	4.8	6.8	8.0	11.4	13.5	19.2	38.3	153.3
	3.625		< 2.4	2.5 - 4.8	4.9 - 6.8	6.9 - 8.0	<b>8.1 - 11.4</b>	11.5 - 13.5	13.6 - 19.2	19.3 - 38.3	> 38.4

## Conclusiones

En general se obtuvieron los estándares nutricionales de referencia mediante el Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI) para el cultivo de arándano en el estado de Chihuahua.

De la misma manera, fueron desarrollados los estándares nutricionales específicos para cinco cultivares de arándano, 'Biloxi', 'Blue Rey', 'Duke', 'Elliot' y 'Sharpe Blue'.

Al comparar el rango de suficiencia de los estándares generados con el estado del arte, se encontró que K, Ca, Mg, Fe fueron mayores, por lo que es importante obtener la relación entre cationes, como en el presente trabajo. Mn y Cu estuvieron por debajo, N, P, Fe y Zn coincidieron con los autores revisados.

El Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI) representa una herramienta útil sencilla y amigable para la generación de estándares nutricionales.

## Literatura citada

- ANDREW, P. P. y L. W. James. 2006. Leaf Nutrient Levels for Pecans. BASCOPE, A.J. 2013. Realidad productiva del arándano en EE.UU. y México. Agrimundo. <http://www.agrimundo.cl/wp-content/uploads/Informe-ArandanoVF21012013.pdf>
- HANSON, E., J. Hancock. 1986. Managing the Nutrition of Highbush Blueberries. Bulletin E-2011. Michigan State University Extension, East Lansing, Michigan.
- HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, D. 2014. Estudio Nutricional de Arándano Azul (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi en los Reyes, Michoacán. Tesis Doctoral. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo de México. P. 104.
- HIRZEL, C. J. 2013. Fertilización en arándano. En: Manual del arándano. Editores Undurraga, P., y Vargas, S., Boletín INIA N° 263. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilmapu, Chillán, Chile.

- LAFOND, J. 2013. Boundary-Line Approach to Determine Minimum and Maximum Leaf Micronutrient Concentration in Wild Lowbush Blueberry in Quebec, Canada. *Journal International Journal of Fruit Science* 13(3):345-355.
- LONZA, R.A. 2007. «Producción de Arándanos *Vaccinium* sp. para mercado de exportación a escala Pyme en la zona central, VI Región, Chile. Universidad de Chile Facultad Economía y Negocios. [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111351/ec-lonza\\_r.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111351/ec-lonza_r.pdf?sequence=1)
- MESA, T. A. 2015. Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Tesis de Licenciatura. Universidad Militar Nueva Granada.
- MORENO, V., M. H. Prieto, M. J. Moñino, J. Labrador, M. I. García. 2003. Evaluación de métodos rápidos de análisis de nitrógeno y potasio en savia para seguimiento del estado nutricional de un cultivo de pimentón. En: *Actas de Horticultura N° 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas Pontevedra, España.* pp: 600-602.
- PINOCHET, T, D., V. P. Artacho, S.A. Maraboli. 2014. Manual de fertilización de arándanos cultivados en el sur de Chile. 2014. Editado por la Universidad Austral de Chile como parte de las actividades comprometidas en el Proyecto FIA PYT 2009-0080 «Servicio de diagnóstico y control de la fertilización de arándanos cultivados en suelos volcánicos del Sur de Chile», 2009-2013. Valdivia, Chile.
- RIVADENEIRA, M. 2010. Diagnóstico nutricional en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Simposio internacional de frutas finas (Berries). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Concordia. Argentina.
- SIAP-SAGARPA. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción Agrícola Cíclicos y Perennes 2012. <http://www.siap.gob.mx>
- SOTO-PARRA, J. M., J. X. Uvalle-Buenor, E. Sánchez-Chávez, R. M. Yáñez-Muñoz, F. Montes-Domínguez. 2003. Diagnóstico Diferencial Integrado: una herramienta para el uso racional de fertilizantes. I Congreso Iberoamericano de Nutrición Vegetal-Agrolatino. «Fertilización, Rentabilidad y Medio Ambiente» Barcelona, España. Nutri-fitos. Tomo 2. P 152-156.
- UVALLE-BUENO, J. X. S. Alcalde-Blanco y H. Kick. 1995. Fundamentos Fisiológicos del Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI). Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas., México. p. 51.

Este artículo es citado así:

Yáñez-Muñoz, R. M., J. M. Soto-Parra, R. Pérez-Leal, F. J. Piña-Ramírez y A. A. Acevedo-Barrera. 2018. Estándares nutricionales foliares para arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) mediante diagnóstico diferencial integrado (DDI), en Chihuahua. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 12(3):182-192. DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v12i3.192>

## Resumen curricular del autor y coautores

**ROSA MARÍA YÁÑEZ MUÑOZ.** Profesora Investigadora de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Con Doctorado en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas. Colaboradora del cuerpo académico UACH-CA11 Frutales de Zona Templada. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de la Fisiología y Nutrición Vegetal, es responsable del Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas.

**JUAN MANUEL SOTO PARRA.** Profesor Investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Con Doctorado en Filosofía área mayor Manejo de Recursos Naturales. Colaborador del cuerpo académico UACH-CA11 Frutales de Zona Templada. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de la Fisiología y Nutrición Vegetal, con énfasis en la fisiología de la producción en los cultivos de manzano, nogal pecanero y diversificación de especies frutícolas.

**RAMONA PÉREZ LEAL.** Obtuvo el título de Licenciado Químico Farmacéutico Biólogo en 1994 por la Universidad Autónoma de Sinaloa, y Maestría (2000) y Doctorado (2004) en Ciencias Hortícolas por la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente está adscrita a la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicado 23 Artículos científicos, 15 Libros y 9 capítulos de libro. Tiene 15 participaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha participado en 15 Proyectos de investigación. Líder del cuerpo académico UACH-CA11 Frutales de Zona Templada. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de Fotoquímica, con énfasis en metabolismo secundario, es responsable del Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas.

**FRANCISCO JAVIER PIÑA RAMÍREZ.** Profesor Investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Con Doctorado en Ciencias en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas. Colaborador del cuerpo académico UACH-CA11 Frutales de Zona Templada. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de la Fisiología y Nutrición Vegetal, con énfasis en la fisiología de la producción y diversificación de especies frutícolas, es responsable del Invernadero de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas.

**ANGÉLICA ANAHÍ ACEVEDO BARRERA.** Profesora Investigador de hora clase en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Con Doctorado en Ciencias Agrarias. Actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en los campos de la Fisiología y Bioquímica en actividades enzimáticas en nogal pecanero, apoyo en las marchas analíticas del Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua de la Facultad de ciencias Agrotecnológicas.

# TECNOCIENCIA

## Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades



LINCE

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN, UACH

AUTOR: FERMÍN GUTIÉRREZ

# TECNOCIENCIA

## Chihuahua

Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades



FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN,  
UACH  
VISTA AÉREA