

Volumen I. Nº 1.  
Año 2018

# UNERG AGRO-Científica

Revista Semestral del Área de Ingeniería Agronómica

ISSN: EN TRAMITE

Depósito Legal: GU2018000037



## Autoridades Universitarias

Dr. José Luis Berroterán Nuñez  
RECTOR

Dr. Severiano Antonio Rodríguez Parilli  
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Juan Antonio Montenegro  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Dr. Carlos José Jiménez  
SECRETARIO

## Autoridades del Área de Ingeniería Agronómica

Dr. Carlos Eduardo Hernández  
DECANO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Dr. Jairo Antonio Rodríguez  
DIRECTOR DE PRODUCCIÓN ANIMAL

MSc. María Rosario Tovar León  
DIRECTORA DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Dr. Ángel Lara  
DIRECTOR DE ESTUDIOS COMUNES



Revista Semestral del Área de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos

Volumen 1. N° 1 - San Juan de los Morros. Estado Guárico. Venezuela - 2018

Depósito Legal: GU2018000037 - ISSN: En Trámite

## Equipo Editorial

Carlos José Vásquez Ortega  
DIRECTOR

Miguel Reyes  
EDITOR

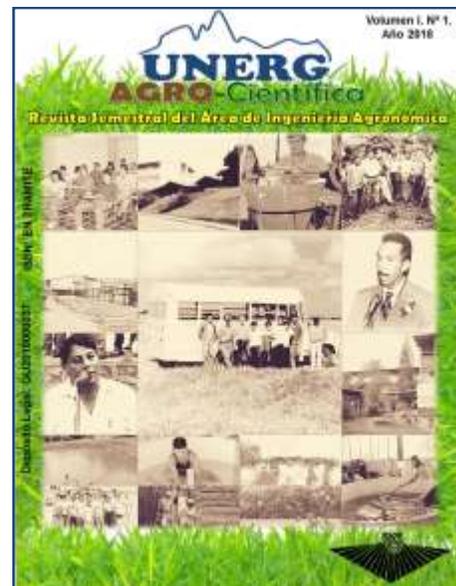
Amelia Capote  
COORDINADORA GENERAL

Pablo Pizzani, Carlos Domínguez, Alberto Torres.  
ASESORES ESPECIALISTA

Merly Orta y Cris Pérez  
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

COMITÉ EDITORIAL:

Ángel Valera (UNERG), Carlos Hernández (UNERG), Juney Chong (UNERG), María Tovar (UNERG), Giovanna De Martino (UNERG), Jairo Ferrer (UNERG), Leonardo Atencio (UNERG), Luis Alexander Díaz (UCV-MINEC), Miguel González (UNELLEZ), Enrique Lamarca (ULA), Ivan Maza (UDO), Aquiles Montañez (UCV), Pedro Torrecillos (UCV).



## Portada

Memoria fotográfica de la Evolución Histórica del Área de Ingeniería Agronómica, el Área Fundadora de la UNERG.

Se permite la reproducción y uso del contenido total o parcial de la revista sin fines de lucro, a condición de citar la fuente.

El contenido de los artículos publicados es de la entera responsabilidad de sus autores.

## Índice

### 5 Editorial

### 7 Artículos Científicos

- 9 CAPACIDAD Y VOCACIÓN DE USO AGROPECUARIO EN UN SECTOR DE ALTIPLANICIE DE MESA
- 22 PROCEDIMIENTO PARA EL AISLAMIENTO DE ADN A PARTIR DE SANGRE COAGULADA DE AVES
- 29 RECONOCIMIENTO DE LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN (ASA) O MELIPONAS EN VENEZUELA
- 39 ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA DE CONEJOS CON FOLLAJE DE *Moringa oleifera* Lam. EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALIMENTO CONCENTRADO
- 47 EVALUACION NUTRICIONAL DE ALGUNOS FOLLAJES DE ARBOLES DE UN BOSQUE SECO TROPICAL DECIDUO DE LOS LLANOS CENTRALES DE VENEZUELA
- 57 APLICACIÓN DE TÉCNICAS GEOESTADÍSTICAS Y REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA DELIMITACIÓN DE CLASES DE FERTILIDAD DE SUELOS

### 77 Ensayos

- 79 EL DÍA MUNDIAL DEL SUELO Y LOS PRINCIPIOS DE LA CARTA MUNDIAL DEL SUELO
- 83 LA PARTICIPACIÓN POPULAR EN LA GENERACIÓN Y USO DE INFORMACIÓN DEL ÁREA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y SUS APLICACIONES
- 87 LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL RÓMULO GALLEGOS (UNERG) COMO CATALIZADOR DE LA PARTICIPACIÓN Y EL FORTALECIMIENTO DEL PODER POPULAR

### 91 Experiencias Significativas de la Comunidad

- 93 VINCULACIÓN DE LA UNERG CON EL PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA COMUNA AGROECOTURÍSTICA AGUAS DE EL CASTRERO, PARROQUIA SAN JUAN DE LOS MORROS, MUNICIPIO JUAN GERMÁN ROSCIO, ESTADO GUÁRICO

# Editorial

AGROCIENTIFICA plataforma comunicacional alternativa que cristaliza una visión sistémica de los componentes que interactúan en el hacer de las ciencias agrícolas y su conjugación con el contexto urbano rural, donde el sujeto social transformador se comunica con las dimensiones educativas, culturales, sociales, políticas, ecológicas y económicas del campo investigativo, partiendo de la dinámica territorial local en articulación dialéctica con los procesos de mundialización, bajo la premisa de pensar globalmente y actuar localmente.

Agrocientífica se define como un espacio interactivo al servicio del colectivo en general pero especialmente a los investigadores, innovadores y cultores populares a los fines de plasmar los diferentes trabajos, proyectos, ensayos y experiencias, donde se conjugue de manera armónica con las líneas de investigación de la UNERG y la planificación social y económica del Estado Bolivariano, que procuran estar en sintonía a las necesidades socio productivas del mundo, con énfasis en el desarrollo endógeno, sustentable de la patria de Bolívar.

En esta primera edición, ofrecemos unas series trabajos, que se pasean desde experiencias significativas comunitarias del poder popular, ensayos de carácter pertinente para la vida del planeta y artículos científicos en diferentes ramas de las ciencias del agro como el suelo, el campo de la biotecnología, manejo alimenticio y nutricional, hasta técnicas y metodologías geoestadísticas y redes neuronales artificiales.

La Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, representada por el Decanato del Área de Ingeniería Agronómica, entidad comprometida con una forma emergente de llevar a cabo los procesos de gestión y promoción del saber, deja abierta la invitación a la comunidad en general a participar y empoderarse de este espacio, convirtiéndolo en un nodo fuerte para la creación, promoción, difusión y uso del saber científico y popular para así contribuir con los postulados de la Constitución Bolivariana de Venezuela en especial en su artículo 305, la de garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria de nuestro país.

Prof. Carlos Hernández.



# ***Artículos Científicos***



# CAPACIDAD Y VOCACIÓN DE USO AGROPECUARIO EN UN SECTOR DE ALTIPLANICIE DE MESA

Jairo Ferrer<sup>1</sup>, Ángel Valera<sup>2</sup>, Bestalia Flores<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. Área de Agronomía.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. CIESA.

jferrer@unerg.edu.ve; valeraangel2@gmail.com; b.flores@unerg.edu.ve.

## RESUMEN

En el presente estudio se caracterizó un sector en forma detallada con base a su capacidad y vocación de uso agropecuario. El área abarca 76,85 ha al Nor-oeste del Municipio Ezequiel Zamora, estado Monagas, tiene una historia reciente de usos intensivos y se prevé su utilización como sitio de manejo de desechos de la actividad petrolera. Los suelos son del orden *Ultisol*, con régimen de humedad *Ustico*, tienen horizonte *Kandico*, arcillas *Caoliniticas* y temperatura isohipertérmica. El área presenta una muy baja fertilidad como limitación principal. De acuerdo con la capacidad de uso, 62,94 ha clasifican como clase III, por limitación severa de fertilidad (Unidades de capacidad IIS f<sub>3</sub> y IIS f<sub>3</sub> g<sub>1</sub>) de las cuales, 42,91 ha tienen adicionalmente limitación por clase textural gruesa (g<sub>1</sub>) y 13,91 ha resultan con Clase II por limitación moderada de fertilidad (Unidad de Capacidad IIS f<sub>2</sub>). La zona Clase III se considera que puede ser utilizada con cultivos de manejo moderado y de limitada intensidad, pastos de manejo intensivo, moderado y de limitada intensidad sin riesgo de degradación. Puede ser usada igualmente en desarrollo de bosques o forestales y de vida silvestre. La zona Clase II comparte las anteriores consideraciones y además se pueden incluir cultivos de manejo intensivo sin riesgo de deterioro. La Vocación de Uso Agropecuario resultó de Clase V en 73 ha, en donde según el reglamento de la ley de tierras se puede considerar la posibilidad de desarrollo de los rubros: Ganado Vacuno: Leche, Doble Propósito (Leche-Carne); Cría Ganado Bufalino, Caprino, Ovinos, Porcinos; Aves, Especies de Fauna Silvestre. Solamente 3,85 ha presentan una Clase III para VUA que tiene establecido el posible desarrollo de los rubros: Fruticultura, Cereales, Oleaginosas, Raíces y Tubérculos, Plantaciones Tropicales Conservacionistas (Café y Cacao).

## PALABRAS CLAVE

Capacidad de uso agropecuario; Vocación de uso agropecuario; Altiplanicie de Mesa.

## ABSTRACT

In this study, a sector was characterized in detail based on its capacity and vocation for agricultural use. The area covers 76.85 hectares north-west of the Ezequiel Zamora Municipality, Monagas state, has a recent history of intensive uses and is expected to be used as a waste management site for oil activity. The soils are of the order *Ultisol*, with *Ustico* moisture regime, have *Kandic* horizon, *Caolinitic* clays and *isohyperthermic* temperature. The area has a very low fertility as the main limitation. According to the capacity of use, 62.94 ha classify as class III, due to severe limitation of fertility (Capacity units IIS f<sub>3</sub> and IIS f<sub>3</sub> g<sub>1</sub>) of which, 42.91 ha have additional limitation by thick textural class (g<sub>1</sub>) and 13.91 ha result with Class II due to moderate fertility limitations (Unit of Capacity IIS f<sub>2</sub>). The Class III zone is considered to be suitable for moderate-intensity and limited-intensity crops, for intensive management, moderate and with limited intensity, without risk of degradation. It can also be used in forest or forestry and wildlife development. The Class II zone shares the above considerations and can also include intensive management crops without risk of deterioration. The Vocation of Agricultural Use was Class V in 73 ha, where according to the regulations of the land law may be considered the possibility of development of the items: Cattle Calf: Milk, Double Purpose (Milk-Meat); Breeding Cattle Bufalino, Caprino, Sheep, Porcine; Birds, Wildlife Species. Only 3.85 ha present a Class III for VUA that has established the possible development of the items: Fruit, Cereals, Oilseeds, Roots and Tubers, Tropical Conservation Plantations (Coffee and Cocoa).

## KEYWORDS

Agricultural use capacity, Vocation of agricultural use, table upland

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de tierras es el proceso de compilar e interpretar los inventarios básicos de suelos, vegetación, clima y otros aspectos de la tierra con el fin de identificar y comparar alternativas prometedoras de uso de la tierra en términos socioeconómicos sencillos. Uno de los métodos de evaluación de tierras más difundidos es la clasificación de tierras por su capacidad de uso agropecuario.

En Venezuela, la mayor parte del territorio cuenta con información sobre capacidad de uso agropecuario publicada a escala 1:250.000 (1:100.000 en los Llanos Altos Occidentales), procedente del inventario de suelos realizado inicialmente por COPLANARH y posteriormente, por el MARNR al norte del Orinoco y por la CVG-TECMIN en la parte meridional del país.

Sin embargo, la asignación de usos del territorio, la localización de actividades económicas, el equipamiento territorial y el manejo de los recursos naturales, debería ser el resultado de una evaluación de las vocaciones de uso agrícola de la tierra (Salas *et al.*, 2008). En tal sentido, en nuestro país el término vocación de uso agrícola de la tierra ha cobrado fuerza y notoriedad en los últimos años.

Lo expresado indica, la necesidad actual de disponer de información físico natural y socioeconómica a escalas más detalladas como primer paso para evaluar el potencial de uso que posee un área determinada.

En este estudio se propone caracterizar a nivel detallado la Capacidad y la Vocación de Uso Agropecuario, en un área la cual anteriormente ha sido sometida a usos intensivos y que se prevé su utilización como sitio de manejo de desechos de la actividad petrolera. Geográficamente el sector de estudio se corresponde con paisajes de altiplanicie de mesa conservada, relieves planos y suelos con cierto grado de erosión, altos contenidos de arenas en los horizontes superficiales, bien drenados, con predominancia del orden *Ultisol*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización geográfica

La zona evaluada se corresponde con un sector de la Unidad de producción Agrícola "Fundo Santa Emilia", la cual se encuentra ubicada al Nor-oeste del Municipio Ezequiel Zamora, en Punta de Mata, estado Monagas, específicamente en las áreas operacionales del Distrito Punta de Mata - PDVSA, Exploración y Producción Oriente.

La unidad abarca aproximadamente una extensión de 76,85 ha de terreno, entre las coordenadas UTM 1.065.605 y 1.064.465 de Latitud Norte y 423.043 y 421.620 m de Longitud Este, *Datum* Sirgas - Regven, Huso 20 (Figura 1). El área anteriormente ha sido sometida a usos intensivos y se prevé su utilización como sitio de manejo de desechos de la actividad petrolera.



Figura 1. Ubicación del área de estudio dentro de las Mesas Orientales.

### Características físico-naturales

Las Mesas Orientales en Venezuela ocupan un área de alrededor de 3 millones de hectáreas, entre los 9 y 10° de latitud Norte, con elevaciones entre 20 y 480 msnm. y con una pendiente general inferior al 2 por ciento. Esta zona tan plana posee como relieve principal los producidos por ríos que naciendo en las mismas Mesas, la disectan formando farallones o pendientes fuertes y ocasionalmente sistemas de terrazas. La topografía más local de las planicies está limitada a relieves suavemente ondulados, a colinas bajas ocasionales y a roturas de pendientes con restos de laterita (Comerma y Chirinos, 1977).

Los sedimentos originales que forman el material padre pertenecen principalmente a aluviones pre-meteorizados de época pleistocénica, procedentes en la porción sur de la Mesa del Escudo Guayanés y en la porción Norte de la Serranía de la Costa. En su conjunto constituyen la Formación Mesa, con minerales dominantes de cuarzo, micas, caolinita y circón (PDVSA, 2011).

La vegetación de las planicies está dominada esencialmente por una cobertura de pastos naturales (*Axonopus canescens* y *Trachipogon vestitus*) con escasos y pequeños árboles de chaparro y alcornoque (*Curatella americana* y *Bowdichia virgilioides*). A lo largo de los ríos predominan las palmas (*Mauritiaminor*) y otras especies arbóreas. La vegetación de pastos es frecuentemente sujeta a incendios. Los bachacos rojos (*Atta sp*) son abundantes y se considera predominan en el proceso de bioturbación.

El clima en las inmediaciones de la zona de estudio se caracteriza por una precipitación promedio anual alrededor de 1030 mm, con un tipo mesoclimático Sub-húmedo Seco y un período húmedo que inicia en Junio y culmina en Septiembre (estación el Tejero). Los meses de Mayo, Octubre, Noviembre y Diciembre presentan un promedio de precipitación  $\geq 60$  mm. La Evapotranspiración de referencia es de 1433 mm anuales. La temperatura promedio varía entre 25,8°C (Enero) y 27,6°C (Octubre). La velocidad del viento varía entre 2,1 m.s<sup>-1</sup> en Agosto y 4,1 m.s<sup>-1</sup> en Abril (Ferrer, 2016).

Los suelos se caracterizan por ser fuertemente ácidos, con altas cantidades de aluminio intercambiable, bajas concentraciones de bases intercambiables y muy bajos contenidos de carbono orgánico. Además, generalmente presentan altas cantidades de arena en la superficie y tienen un horizonte con incrementos del contenido de arcilla a medida que aumenta la profundidad. El espesor de ese horizonte depende de la posición relativa y de la condición topográfica de la zona.

Geológicamente en la zona domina la Formación Mesa, la cual es de edad cuaternaria y presenta en su litología areniscas y arcillas derivadas de aluviones y sedimentos detríticos no consolidados. La elevación sobre el nivel del mar se encuentra comprendida entre los 244 y 252 msnm.

### Identificación y muestreo de unidades de suelo

El presente trabajo forma parte de un proyecto mayor que abarca el levantamiento de agrologico de una zona de las mesas orientales de Venezuela (Ferrer, 2016). Ese estudio se realizó a nivel detallado, 30 barrenos y 5 calicatas, en un área de 76,85 ha. Con los datos de calicatas se realizó la clasificación taxonómica de los suelos hasta nivel de *Familia* (Soil Survey Staff, 2014).

Las unidades de suelo definidas se presentan en la Tabla 1 (Ferrer, 2016; Ferrer *et al.*, 2018), en ellas se realizó un muestreo para generar los datos utilizados en las evaluaciones de capacidad y vocación de uso agropecuario correspondiente.

**Tabla 1.** Superficie de las Unidades de Suelo, Fundo Santa Emilia

US	Unidad Taxonómica	Ha	%
1	Typic Kanhaplustults, francosa gruesa, caolinítica, isohipertérmica	16,18	21
2	Typic Kandiustults, francosa gruesa, caolinítica, isohipertérmica	3,85	5
3	Acrustoxic Kanhaplustults, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica	21,80	28
4	Typic Kandiustults, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica	21,11	27
5	Acrustoxic Kandiustults, francosa fina, caolinítica, isohipertérmica	13,91	18
	<b>Total</b>	<b>76,85</b>	<b>100</b>

Donde: **Unidad Taxonómica** = Clasificación a nivel de *Familia* (Soil Survey Staff, 2014);  
**US** = Unidad de Suelo; **Ha** = Área en Hectáreas.

## Capacidad de Uso Agropecuario de los suelos.

El propósito al evaluar la capacidad de uso agropecuario (CUA) es interpretar la relación entre el medio físico natural y las prácticas de manejo de suelos, para agrupar las unidades de tierra de acuerdo a su capacidad para producir plantas cultivadas comunes, pastos y árboles, por un largo período de tiempo, sin riesgo de deteriorar el suelo. El método fue desarrollado originalmente por el servicio de conservación de suelos del departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Klingebiel y Montgomery, 1962) y agrupa las tierras en 8 clases (I, II, ... VIII).

Se resalta que la CUA expresa los riesgos de deterioro y las limitaciones en su uso, condiciones que se incrementan progresivamente al pasar de Clase I a la Clase VIII. Por consiguiente la amplitud de alternativas de uso disminuye desde la Clase I hasta la Clase VIII.

En el presente estudio para evaluar la CUA se utilizó el método propuesto por Comerma y Arias (1971). Los autores incluyen unas modificaciones al método original para ser aplicado en nuestro país. Para la evaluación se toma en cuenta la semicuantificación de los atributos del suelo: Pendiente, microrelieve, erosión, textura, pedregosidad, profundidad, salinidad, fertilidad, permeabilidad, drenajes interno y externo y el riesgo a la inundación.

Por otra parte, se realizan dos (2) evaluaciones: la primera considerando que se tiene un nivel de tecnología bajo, o nivel de **Manejo Usual** (MU), donde no se considera la posibilidad de utilización del riego ni obras de drenaje, así como una aplicación de insumos de moderada a baja intensidad. En la segunda evaluación se considera la posibilidad de disponer de una tecnología mayor, o nivel de **Manejo Mejorado** (MM), previéndose el riego y el drenaje, así como un intensivo nivel de aplicación de insumos como fertilizantes y medidas para control de malezas, plagas y enfermedades.

Se siguen los criterios convencionalmente usados para definir estos atributos del suelo (USDA, 2007). Para la profundidad efectiva se usaron los criterios para determinar la profundidad enraizable del suelo de Grossman y Berdanier (1982) y para evaluar la limitación por fertilidad las tablas propuestas por Sánchez *et al* (1978), donde se relacionan las capacidad de intercambio de cationes, el porcentaje de saturación con bases y el pH.

## Vocación de Uso Agropecuario de los suelos.

El término vocación de uso agrícola de la tierra ha cobrado fuerza y notoriedad en la legislación venezolana en los últimos años, apareciendo en primer lugar en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) en su artículo 307.

Así mismo, por una parte se establecen los fundamentos de las medidas que se aplicarán para transformar todas las tierras ubicadas en ámbitos rurales, en unidades económicas productivas para el desarrollo rural integral y sustentable, en función de la vocación para la producción agroalimentaria artículos 2 y 34 de la reforma de la ley de tierras (República Bolivariana de Venezuela, 2010).

Y por la otra, en el reglamento de esta ley de tierras (República Bolivariana de Venezuela, 2005), en su artículo 1 se fijan las normas por medio de las cuales se evaluará tal vocación, señalando los rubros agrícolas (vegetales, acuícolas, pecuarios y forestales) a ser producidos en las unidades de producción agrícolas, fundos fincas, parcelas o conucos (Salas *et al.*, 2008).

Comerma *et al.* (2005) desarrollaron una propuesta metodológica para hacer operativos los lineamientos de vocación de uso de la tierra establecidos en el marco legal vigente, proponiendo para ello, una matriz de ponderación de los elementos considerados en el artículo 4 del reglamento de la ley de tierras (República Bolivariana de Venezuela, 2005); a saber: capacidad de uso de la tierra, tipos de uso actual de la tierra, características agroclimáticas, requerimientos agroecológicos de los rubros, disponibilidad de insumos para la producción, infraestructura y servicios de apoyo a la producción, disponibilidad de recursos hídricos, mercado de los productos derivados y lineamientos nacionales en materia de seguridad agroalimentaria.

Por su parte Delgado (2006), propuso un enfoque metodológico muy similar que considera tres grandes componentes para evaluar la vocación de uso agrícola de la tierra rural: a) los factores agroecológicos del medio (armonización de las condiciones físico-naturales de las tierras con los requerimientos de los usos agrícolas propuestos); b) el contexto económico y social que circunscribe el medio rural bajo estudio (incluidos el agro-soporte físico y los servicios de apoyo a la producción agrícola); y c) los planes y políticas formuladas para el sector agro-productivo, que tengan vinculación con los usos a estudiar, ya sean estos actuales o potenciales.

Aun cuando se dispone en la actualidad, de las dos metodologías para valorar la vocación de uso de la tierra rural mencionadas anteriormente, Salas *et al.* (2008) quienes desarrollan un estudio para dictar lineamientos entre la ordenación del territorio y la vocación de uso agrícola de la tierra en Venezuela, concluyen que dichas propuestas no se han aplicado para sustentar el proceso de toma de decisiones en torno a la asignación de usos de la tierra, que se lleva a cabo en el ordenamiento territorial. En este caso, se pone de manifiesto no un vacío metodológico sino una falta de aplicación de las propuestas para dar cumplimiento a lo establecido en el marco jurídico vigente del país.

Lo expresado parece indicar que no hay una clara definición o consenso de cuál es el mecanismo o metodología a ser usada en la determinación de la vocación agrícola expresada en la ley de tierra y su reglamento.

Se consideran valiosos los aportes de los autores mencionados (Comerma *et al.*, 2005; Delgado, 2006; Salas *et al.*, 2008) y se comparte la perspectiva de que para lograr una valoración de la vocación de uso agrícola coherente hay que considerar los aspectos físico naturales, sociales y tecnológicos en las zonas estudiadas.

Al analizar el articulado del reglamento de la ley de tierras, salvando lo expresado hasta el momento, realmente queda en manos del instituto nacional de tierras (INTI) quien tiene el deber de caracterizar las clases de VUA desde la Clase I a la VIII, considerando una serie de atributos expresados en el artículo 21 del mencionado reglamento (República Bolivariana de Venezuela, 2005).

Por consiguiente se siguió ese articulado para realizar la siguiente evaluación de VUA. En tal sentido en primer término se obtiene la clase de VUA (de la I a la VIII) con los atributos del suelo: Profundidad efectiva, topografía (gradiente de la pendiente en porcentaje y microrelieve), erosión, pedregosidad superficial, fertilidad (valor del pH), drenajes interno y externo y riesgo de inundación.

Se siguen los criterios convencionalmente usados para definir estos atributos (USDA, 2007). La fertilidad es estimada solamente con el valor del pH.

Al obtener la clase de VUA se lleva a la tabla de Clasificación de rubros por clase de suelos, presente en el artículo 13 del mencionado reglamento y se designa los rubros potenciales que corresponden a la clase alcanzada.

## **RESULTADOS.**

### **Características Generales de las unidades de Suelo.**

Los suelos del área de estudio pertenecen al orden *Ultisol*, tienen un horizonte *Kandico*, de texturas gruesas, y desarrollados en materiales de arcillas *Caolinitas* (Ferrer, 2016). De lo anterior se desprende que tienen una muy baja saturación de bases hasta los 2 metros de profundidad (< 35%). A nivel subsuperficial se observa movimiento de arcilla iluvial, generando incrementos de arcilla. En esos horizontes subsuperficiales se evidencian muy bajos valores de la CIC (CIC < 16  $\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$  de Arcilla y CICE < 12  $\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$  de Arcilla).

Los atributos de las unidades de suelo indican un área plana, con muy pocos signos de erosión, de textura gruesas, permeabilidad rápida, sin pedregosidad superficial ni salinidad, con drenaje interno y externo moderado y sin riesgo de inundación (Tabla 2). En sentido general las condiciones físicas son muy adecuadas, sin embargo las condiciones químicas y biológicas son muy bajas.

En ese sentido la fertilidad es de baja a muy baja, presentando limitaciones de fuertes a severas. La profundidad efectiva se ve afectada por la presencia de condiciones de saturación con aluminio altas, sobre todo considerando el manejo usual de la capacidad de uso agropecuario. En el nivel de manejo mejorado se esperaría superar dicha limitación al aplicar correctivos (encalado) y por tanto se superaría la limitación de profundidad en ese manejo (mejorado).

**Tabla 2.** Atributos de suelo considerados en la Capacidad y Vocación de Uso Agropecuario.

Atributos de Suelo	Unidad de Suelo				
	1	2	3	4	5
Pendiente (p)	1%	1%	1%	1%	1%
Microrelieve (m)	Baches	Baches	Baches	Baches	Baches
Erosión (e)	Moderada	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera
Textura (g)	aF	aF	Fa	Fa	Fa
Pedregosidad (r)	No	No	No	No	No
Profundidad (h)	31 cm Sat. Al <sup>3+</sup>	53 cm Sat. Al <sup>3+</sup>	40 cm Sat. Al <sup>3+</sup>	43 cm Sat. Al <sup>3+</sup>	30 cm Sat. Al <sup>3+</sup>
Salinidad (s)	No	No	No	No	No
Fertilidad (f)	Severa CIC: 4,0 %SB: 21 pH: 5,8	Severa CIC: 2,5 %SB: 26 pH: 4,7	Severa CIC: 2,2 %SB: 28 pH: 5,1	Severa CIC: 3,6 %SB: 25 pH: 5,4	Fuerte CIC: 6,5 %SB: 20 pH: 5,1
Permeabilidad (c)	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida
Drenaje Interno (n)	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Drenaje Externo (a)	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Inundación (i)	No	No	No	No	No

Donde: aF = Areno francoso; Fa = Franco arenosos; pH = En relación agua:suelo 1:1;  
 CIC = Capacidad de Intercambio de Cationes por Acetato de Amonio;  
 %SB = Porcentaje de Saturación con Bases por Acetato de Amonio;  
 Sat- Al<sup>3+</sup>:= Saturación con Aluminio ≥ 60% de la CIC (criterio usado para fijar la profundidad efectiva).

### Capacidad de Uso Agropecuario

Es evidente que la muy baja fertilidad es la principal limitación de toda la zona de estudio (Tabla 3). Las unidades 1, 2, 3 y 4 presentan una Clase VI por limitación de suelos (VIS), resultando una unidad de capacidad (VIS f<sub>4</sub>) con limitación severa de fertilidad en el nivel de manejo usual (MU) y la unidad 5 levemente mejor en esa condición, resultó como Clase III por limitación fuerte de fertilidad (Unidad de Capacidad IIS f<sub>3</sub>).

**Tabla 3.** Capacidad de Uso Agropecuario de las Unidades de Suelos.

Unidad de Suelo	Capacidad de Uso Agropecuario (Unidad de Capacidad)	
	Manejo Usual	Manejo Mejorado
1	VIS f <sub>4</sub>	IIS f <sub>3</sub> g <sub>1</sub>
2		
3		IIS f <sub>3</sub>
4		
5	IIS f <sub>3</sub>	IIS f <sub>2</sub>

Donde: Clase= III; Subclase General= IIS; S= Suelo  
 Unidad de Capacidad= VIS f<sub>4</sub>; IIS f<sub>3</sub> g<sub>1</sub>; IIS f<sub>3</sub>; IIS f<sub>2</sub>; Nivel de Limitación:  
 Fertilidad (f<sub>4</sub>= Severa; f<sub>3</sub>= Fuerte; f<sub>2</sub>= Moderada); Granulometría (g<sub>1</sub>= Clase Textural gruesas)

En el nivel de manejo mejorado (MM) se prevé la posibilidad de aplicación de un alto nivel de tecnología, que incluye obras de riego y drenaje, y en este caso la aplicación de abonos y enmiendas para mejorar la fertilidad natural de los suelos.

Lo anterior, normalmente implica mejoras en las clases previstas en la CUA. En ese sentido se presentan valoraciones de Clase III las unidades 1, 2, 3 y 4 abarcando unas 62,94 ha (Tabla 3), igualmente Subclase de suelos (IIS). Esas unidades muestran todavía limitaciones fuertes de fertilidad (IIS  $f_3$ ) que se mantienen debido a la baja capacidad de Intercambio de cationes, que va de  $4 \text{ cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$  para la unidad 4 y  $2,2 \text{ cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$  en la 3, condición que resulta un poco difícil superar hasta niveles óptimos, aun en el MM. Adicionalmente las unidades 1 y 2 (20,03 ha) también presenta limitaciones debido a la condición de su textura superficial gruesa ( $g_1$ ) la cual en promedio es *areno francosa* (aF) hasta la profundidad efectiva (Unidad de capacidad IIS  $f_3 g_1$ ).

Por otra parte la unidad 5 presenta una calificación de Clase II por moderada limitación de fertilidad (Unidad de capacidad IIS  $f_2$ ). Se considera una leve mejora en la CIC ( $6,5 \text{ cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$ ) respecto al resto de unidades, lo cual podría influir en una mejor respuesta al aportar los correctivos de enmienda y fertilizantes.

La distribución espacial de las clases de CUA manejo mejorado se muestra en la Figura 2. La zona que posee suelos Clase II (Unidad de capacidad IIS  $f_2$ ) se considera que puede ser utilizada sin riesgo para su deterioro en cultivos de manejo intensivo y de limitada intensidad. Así mismo, en pastos de manejo intensivo, moderado y de limitada intensidad. Puede ser usada igualmente en desarrollo de bosques o cultivos forestales y en el uso de vida silvestre.

Por otra parte, las zonas Clase III (Unidad de capacidad IIS  $f_3$  y IIS  $f_3 g_1$ ) poseen una capacidad bastante similar a la anterior solo que para cultivos se podrían desarrollar sin riegos los de limitada intensidad simplemente. El restos de usos si podrían desenvolverse sin riesgo de deterioro como el de vida silvestre, bosques o forestales y pastoreo tanto intensivo, moderado y de limitada intensidad.

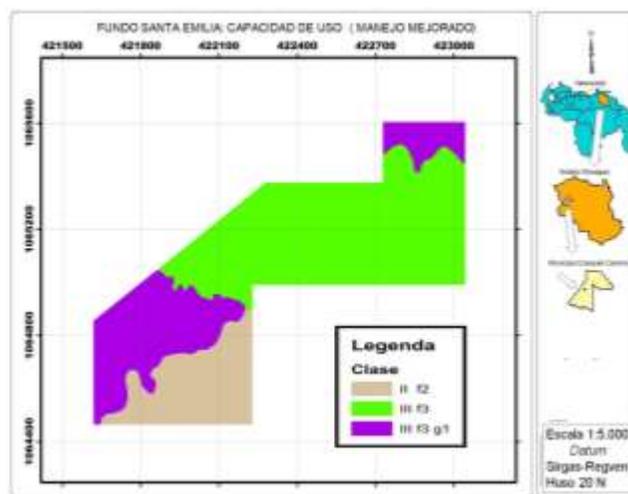


Figura 2. Capacidad de Uso Agropecuario Manejo Mejorado, Fundo Santa Emilia,

La metodología no indica recomendaciones específicas al valorar los atributos del suelo. Más, se indica la evidente necesidad de aplicar prácticas de manejo que mejoren la fertilidad del suelo que incluya el uso de enmiendas, fertilizantes orgánicos e inorgánicos y aportes de materia orgánica, entre otros.

### Vocación de Uso Agropecuario

En la tabla 4 de valoración de Vocación de Uso Agropecuario (VUA) se detallan las unidades 1, 3, 4 y 5 como clase V, lo que indica que en ellas se puede considerar el desarrollo de los rubros Ganado Vacuno: Leche, Doble Propósito (Leche-Carne) y Cría; Ganado Bufalino, Caprino, Ovinos, Porcinos; Aves, Especies de Fauna Silvestre.

**Tabla 4.** Vocación de Uso Agrícola de las Unidades de Suelos.

Unidad	Vocación de Uso Agropecuario	
	Clase	Rubros
2	III	Fruticultura, Cereales, Oleaginosas, Raíces y Tubérculos, Plantaciones Tropicales Conservacionistas (Café y Cacao).
1, 3, 4 y 5	V	Ganado Vacuno: Leche, Doble Propósito (Leche-Carne); Cría Ganado Bufalino, Caprino, Ovinos, Porcinos; Aves, Especies de Fauna Silvestre

Un mejor resultado se presenta en la unidad 2 con una clase III de VUA y por ley podría contemplarse el desarrollo de Fruticultura, Cereales, Oleaginosas, Raíces y Tubérculos, Plantaciones Tropicales Conservacionistas (Café y Cacao).

En virtud de las condiciones de los atributos de suelo se comparten las consideraciones realizadas para las unidades 1, 3, 4, y 5, en cuanto a los rubros que pueden implementarse, así como en la unidad 2. En esta última unidad, donde se incluye la posibilidad de desarrollo de Café y Cacao, entre otros rubros, se hace la salvedad, de incluir prácticas de manejo para aportar condiciones químicas y biológicas adecuadas que mejoren los estratos subsuperficiales de suelos que van estar en contacto con las raíces de estos cultivos.

La distribución espacial de la VUA de las unidades de suelo mencionadas se muestra en la Figura 3.

De nuevo se resalta la necesidad de aplicar prácticas de manejo que mejoren la fertilidad del suelo que incluya los usos de enmiendas, fertilizantes orgánicos e inorgánicos y aportes de materia orgánica, entre otros.

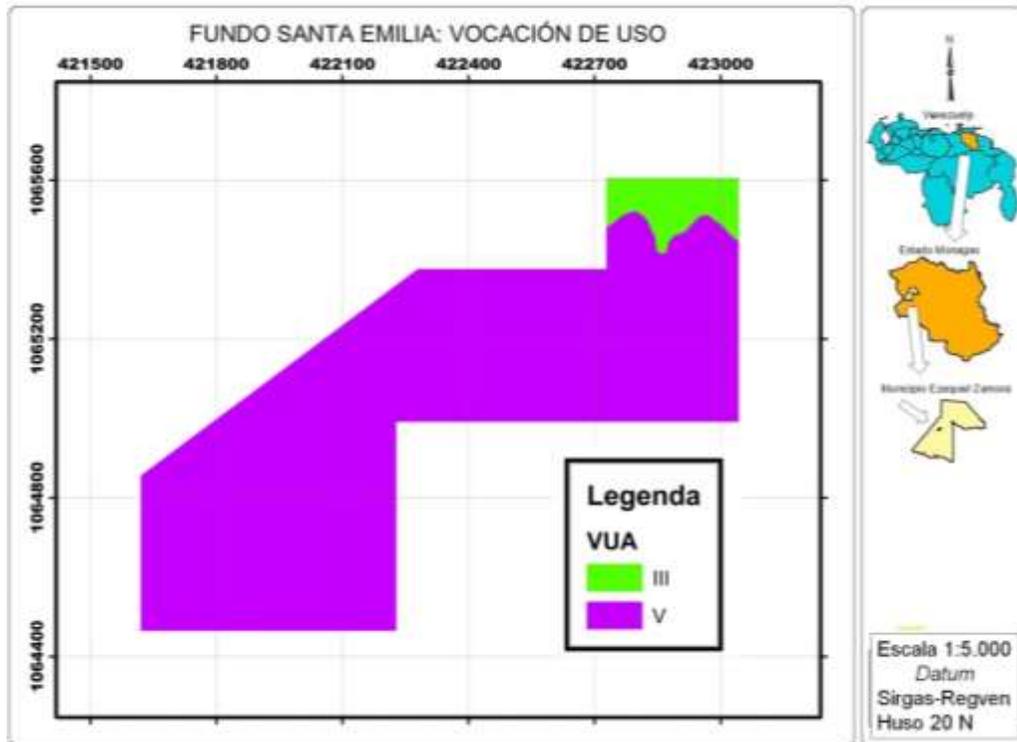


Figura 3. Expresión espacial de la Vocación de Uso Agropecuario. Fundo Santa Emilia.

## CONCLUSIONES.

Es evidente que la principal limitación del área de estudio es la muy baja fertilidad (76,85 ha), resultando la zona con una Capacidad de Uso Agropecuario nivel de manejo usual de Clase VI con limitaciones severas de fertilidad (Unidad de Capacidad (VIS  $f_4$ ))

En manejo mejorado, unas 62,94 ha se valoran como Clase III con fuertes limitaciones de fertilidad (Unidades de capacidad IIIS  $f_3$  y IIIS  $f_3 g_1$ ) y 13,91 ha como Clase II por moderada limitación de fertilidad Unidad de Capacidad IIS  $f_2$ . Adicionalmente a estas condiciones las unidades 1 y 2 (20,03 ha) presentan una limitación por clase textural gruesa (Unidad de capacidad IIIS  $f_3 g_1$ ) la cual en promedio es *areno francosa* (aF) hasta la profundidad efectiva.

La zona Clase III se considera que puede ser utilizada con cultivos de manejo moderado y de limitada intensidad, pastos de manejo intensivo, moderado y de limitada intensidad, sin riesgo para su deterioro. De igual manera, puede ser usada en desarrollo de bosques o forestales y de vida silvestre. La zona Clase II comparte las anteriores consideraciones y además se pueden incluir cultivos de manejo intensivo sin riesgo de deterioro.

La metodología no indica recomendaciones específicas al valorar los atributos del suelo, sin embargo algunos atributos, indican la evidente necesidad de aplicar prácticas de manejo que incluyan el uso de enmiendas, fertilizantes orgánicos e inorgánicos y aportes de materia orgánica, entre otros, para mejorar la fertilidad del

suelo.

En cuanto a la Vocación de Uso Agropecuario los resultados indican que la mayor parte del área de estudio, unas 73 ha resultaron como Clase V, lo que de acuerdo con la ley de tierra se puede considerar la posibilidad de desarrollo de los rubros: Ganado Vacuno: Leche, Doble Propósito (Leche-Carne); Cría Ganado Bufalino, Caprino, Ovinos, Porcinos; Aves, Especies de Fauna Silvestre.

Solamente la unidad 2 que abarca unas 3.85 ha resultó con una Clase III para Vocación de Uso Agropecuario siendo establecido por ley el posible desarrollo de los rubros: Fruticultura, Cereales, Oleaginosas, Raíces y Tubérculos, Plantaciones Tropicales Conservacionistas (Café y Cacao).

## REFERENCIAS.

- Comerma, J. y Arias, L. 1971. Un Sistema para Evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los terrenos en Venezuela. COPLANARH. 50 p.
- Comerma, J.; Sevilla, V.; Elizalde, G. y Machado, D. 2005. Propuesta para determinar la vocación de uso de las tierras en el Reglamento de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. Universidad Central de Venezuela. Instituto de Edafología. Caracas Venezuela. 12 p. (Inédito).
- Comerma, J. y Chirinos, A. 1977. Características de algunos suelos con y sin horizonte argílico en las Mesas Orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical*. 27 (2): 181-206.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5453, marzo 3, 2000.
- Delgado, F. 2006. Una propuesta metodológica para evaluar la vocación de uso de las tierras rurales. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 6 p. (Inédito).
- Ferrer, J. 2016. Estudio de Suelos Detallado en un Sector de las Mesas Orientales con Apoyo de Técnicas de Cartografía Digital. Trabajo de Ascenso (Agregado). Área de Agronomía, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos", San Juan de los Morros, 97 p.
- Ferrer, J.; Valera, A. y Flores B. 2018. Cartografía digital de suelos en paisajes de altiplanicie de mesa. Memorias XXII Congreso venezolano de la ciencia del suelo. Maracay, Venezuela. 6 p.
- Grossman, R. y Berdanier, C. 1982. Erosion tolerance for cropland application of the soil survey data base. In ASA y SSSA (ed). Determinants of soil loss tolerance. pp 113-130.
- Klingebiel, A y Montgomery, P. 1962. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Traducido del Manual N° 219. USDA. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 33 p.
- PDVSA. 2011. Venezuela, Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Léxico Estratigráfico de Venezuela. Caracas. Edit, Sucre. [On line]: <http://www.pdvsa.com/lexico/lexicoh.htm>.
- República Bolivariana de Venezuela. 2005. Reglamento Parcial del Decreto con Rango y Fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario para la Determinación de la Vocación de uso de la Tierra Rural. Decreto N° 3.463, publicado en Gaceta Oficial N° 38.126 de fecha 14 de Febrero de 2005. Caracas- Venezuela. 24p.

- República Bolivariana de Venezuela. 2010. Ley de Reforma Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.991 de fecha 20 de julio de 2010. Caracas-Venezuela. 48 p.
- Salas, M.; Delgado, F.; Esteva, y Sampson, M. 2008. La ordenación del territorio y la vocación de uso agrícola de la tierra en Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 49 (2): 267-288.
- Sanchez, A.; Paredes, J; Aguilar, C.; Torres, S. y Salas, S. 1978. Ajustes y modificaciones al sistema de evaluación de la capacidad de uso de las tierras, utilizado en el inventario nacional de tierras, para su aplicación. V Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelos. Barquisimeto, Venezuela. 17 P.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed, USDA-Natural Resources Conservation Service. Washington, DC.
- USDA. 2007. *National Soil Survey Handbook*. title 430-VI, U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Washington DC. [On line]: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>

# PROCEDIMIENTO PARA EL AISLAMIENTO DE ADN A PARTIR DE SANGRE COAGULADA DE AVES

Arcia, José L.\*<sup>1</sup>, Márquez, Alexis F.\*<sup>2</sup>, De la Rosa, Oscar.\*<sup>2</sup> y Galíndez, Rafael.\*<sup>3</sup>  
\*<sup>1</sup>Universidad Rómulo Gallegos. \*<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP). \*<sup>3</sup>  
Universidad Central de Venezuela. Correo electrónico: [jarcia@unerg.edu.ve](mailto:jarcia@unerg.edu.ve)

## RESUMEN

Con la finalidad de aislar ADN genómico de forma económica y segura, a partir de muestras de sangre coagulada de aves, para realizar estudios de genética molecular, se optimizó el siguiente protocolo: se tomaron 250 µL de coagulo de sangre, se agregaron 400 µL de buffer de lisis celular (10mmol/L Tris-HCl, pH 8,0; 10mmol/L KCl; 10mmol/L MgCl<sub>2</sub>; 2mmol/L EDTA, pH 8,0; 0,4 mol/L NaCl y 10g/L SDS) y se dejó incubar hasta el día siguiente a temperatura ambiente. Se añadieron 350 µL de cloroformo y se agitó por 10 segundos, después se añadieron 350 µL de acetato de potasio, se agitó por 10 segundos y se centrifugó por 10 minutos (14.000g – 16.000g). El sobrenadante se transfirió a tubos nuevos, se agregaron 700 µL de isopropanol, se centrifugó por 5 minutos (14.000 g – 16.000 g) y se descartó el sobrenadante. Se realizaron dos lavados con 700 µL de etanol 70% c/u, se centrifugó por 5 minutos y se descartó el líquido. El sedimento se secó 10 min a 45<sup>0</sup>C y 8 min a 65<sup>0</sup>C para después rehidratar con 20 – 25 µL de TE-1X. La concentración y pureza del ADN aislado se determinó por espectrofotometría a 260 nm, mostrando un promedio de 2.288,12 ng/µL y 2,04 respectivamente. La idoneidad del ADN se evaluó mediante amplificación por PCR de los marcadores genéticos moleculares MCW0241 (274 pb y 278 pb) y LEI0122 (310 pb y 306 pb). El procedimiento descrito permitió obtener ADN de buena calidad y en grandes cantidades de forma simple, confiable y económica.

**Palabras Claves:** ADN, sangre coagulada, marcador genético.

## Abstract.

In order to isolate genomic DNA economically and safely, from coagulated blood samples, to perform molecular genetic studies, the following protocol was optimized: 250 uL of blood clot were taken, 400 µL of cell lysis buffer was added (10mmol / L Tris-HCl, pH 8.0; 10 mmol / L KCl; 10 mmol / L MgCl<sub>2</sub>; 2mmol / L EDTA, pH 8.0; 0.4 mol / L NaCl and 10 g / L SDS) and allowed to incubate overnight at room temperature. 350 µL of chloroform was added and stirred for 10 seconds, and then 350 µL of potassium acetate was added, stirred for 10 seconds and centrifuged for 10 minutes (14,000 g - 16,000 g). The supernatant was transferred to new tubes, 700 µL of isopropanol was added, centrifuged for 5 minutes (14,000 g - 16,000 g) and the supernatant discarded. Two washes were carried out with 700 µL of 70% ethanol each, centrifuged for 5 minutes and the liquid was discarded. The sediment was dried 10 min at 45°C and 8 min at 65°C and then rehydrated with 20-25 µL TE-1X. The concentration and purity of the isolated DNA was determined by spectrophotometry at 260 nm, showing an average of 2288.12 ng / µL and 2.04 respectively. The suitability of the DNA was evaluated by PCR amplification of the molecular genetic markers MCW0241 (274 bp and 278 bp) and LEI0122 (310 bp and 306 bp). The procedure described allowed to obtain DNA of good quality and in large quantities in a simple, reliable and economical way.

Key words: DNA, coagulated blood, genetic marker.

## INTRODUCCIÓN

El ADN constituye la materia prima fundamental en los análisis rutinarios de los estudios de genética molecular y puede ser extraído de distintas fuentes tales como tejidos y sangre de los organismos vivos. La extracción de ADN a partir de sangre tiene muchas ventajas, sin embargo, en algunos casos se hace necesario manejar gran cantidad de muestras las cuales deben ser preservadas de manera adecuada. En algunas ocasiones, la sangre se puede dañar debido a fallas en el proceso de conservación lo cual obligaría a repetir la toma de muestras y en el peor de los casos, puede ocasionar la pérdida definitiva del ADN.

Para reducir el volumen de sangre recogida para pruebas de laboratorio, algunos autores han desarrollado metodologías para aislar ADN a partir de coágulos de sangre. Sin embargo, estas técnicas pueden ser difíciles o poco prácticas y puede requerir el uso de costosos instrumentos y equipos de laboratorio. Otras técnicas consumen mucho tiempo o requieren el uso de muchos reactivos importados que suelen ser costosos y difíciles de adquirir. En el presente estudio, se ha optimizado un procedimiento no enzimático para la extracción eficiente de ADN genómico de forma económica y segura, a partir de muestras de sangre coagulada, para realizar estudios de genética molecular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las aves utilizadas en el estudio forman parte de las razas de gallinas reproductoras venezolanas IPA y FAGRO las cuales pertenecen al Laboratorio de la Sección de Aves de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, municipio Girardot, Estado Aragua. Las muestras de sangre fueron tomadas de 33 individuos de cada raza y 95 individuos F<sub>1</sub> producto del cruzamiento entre estas. Estas muestras fueron tratadas con EDTA y conservadas a -20 °C durante seis meses, los resultados se compararon contra 10 muestras de sangre fresca conservada con EDTA, la cual fue procesada siguiendo el protocolo de extracción, propuesto por De la Rosa *et al.* (2013). Los análisis moleculares se realizaron en los Laboratorios de Biotecnología Agrícola del INIA-CENIAP y en el Centro de Investigación de Biotecnología Agrícola (CIBA), adscrito a la Coordinación de Investigación, de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

### Aislamiento de ADN

Usando una espátula (la espátula fue limpiada tres veces con 700 mL de etanol /L y 9 g/L de NaCl entre muestras para evitar la contaminación cruzada) se tomaron fragmentos de coágulo de 250 µL y se colocaron en tubos eppendorf de 1,5 mL. Después se agregaron 400 µL de buffer de lisis celular (10mmol/L Tris-HCl, pH 8,0, 10mmol/L KCl, 10mmol/L MgCl<sub>2</sub>, 2mmol/L EDTA, pH 8,0, 0,4 mol/L NaCl y 10g/L SDS), se agitó por inversión y dejó incubar hasta el día siguiente a temperatura ambiente. Las proteínas celulares se separaron por precipitación, después de la adición de 350 µL de fenol:cloroformo:isosamyl alcohol (25:24:1), se agitó por 10 segundos y se agregaron 350 µL de acetato de potasio (agitar por 10 segundos). Después de centrifugar por 10 minutos (14.000 g – 16.000 g) se tomó el sobrenadante y se transfirió a tubos nuevos. El ADN se aisló por precipitación al añadir 700 µL de isopropanol y centrifugar por 5 minutos (14.000 g – 16.000 g) para

después descartar el sobrenadante. El sedimento obtenido se lavó con 700  $\mu$ L de etanol al 70% y se centrifugó por 5 minutos, se descartó el líquido y se repitió el paso anterior. Después se descartó el líquido y se secó 10 min a 45<sup>o</sup>C y 8 min a 65<sup>o</sup>C, finalmente se rehidrató con 20 – 25  $\mu$ L de TE-1X.

La concentración y pureza del ADN se verificó por espectrofotometría a 260 nm utilizando un Nano-drop modelo MD 2000 (Thermo Scientific). La integridad de las muestras de ADN se verificó mediante electroforesis en gel de agarosa al 0,8% previa tinción con SYBR SAFE (DNA gel stain 10.000X) a razón de 2  $\mu$ L/100 mL de gel. La idoneidad del ADN obtenido se evaluó mediante amplificación por PCR de los marcadores genéticos moleculares (Eurofins MWG Operon) MCW0241 (274 pb y 278 pb) y LEI0122 (306 pb y 310 pb) que en otros estudios han sido asociados con la madurez sexual y peso del huevo respectivamente (Sasaki *et al.* 2004; Goraga *et al.* 2011). Los productos de PCR se sometieron a electroforesis horizontal en un gel agarosa al 3% (Scientific Trade Corp), utilizando una cámara de electroforesis (Sigma - Aldrich) de 60 mL. La fuente de poder de la cámara se calibró a 65 voltios y la electroforesis tuvo una duración de 80 minutos. Posteriormente se realizó la electroforesis desnaturizante en geles de poliacrilamida al 6%, preparados con una relación 19:1 (acrilamida/bisacrilamida). Las muestras se mezclaron con 5  $\mu$ L de buffer de corrida (azul de bromofenol/sigma 114391-5G, glicerol/sigma G7757 y agua destilada estéril) y después se desnaturizaron (95<sup>o</sup>C por 10 minutos) en un termociclador BIO-RAD PTC-100, posteriormente se colocaron en un bloque frío con la finalidad de dar un choque térmico y evitar así la formación de fragmentos inespecíficos. Una vez que la placa de la cámara para electroforesis alcanzó una temperatura de 45<sup>o</sup>C, las muestras se cargaron en el gel a razón de 2  $\mu$ L por pozo, usando un peine de 38 puestos. Se utilizaron 1,5  $\mu$ L del marcador de peso molecular de 25 pb (457  $\mu$ g/ml de Promega D1501). Las condiciones de la cámara fueron: 45 Wattios y 2000 voltios durante 90 minutos. Posteriormente las imágenes de los geles se visualizaron primero en un trans-iluminador de luz blanca UPLAND modelo 91786, lo cual permitió mediante la observación directa, discriminar el genotipo del individuo según la distancia recorrida y el número de bandas de ADN presentes (aa; ab; bb). Posteriormente se realizó la determinación de los pares de bases utilizando un digitalizador de imágenes a través del programa UVITEC, UV Band tomando como referencia el marcador de peso molecular de 25 pb.

### **Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)**

La amplificación de los fragmentos de los QTL's MCW0241 (sentido 5'-aaccagtttgtaacatcagc-3' y anti-sentido 5'- attggagtgggtaccatacttc-3') y LEI0122 (sentido 5'- aatccctatagaactttgtgc -3''y anti - sentido 5'-gatcttactggattaccattc -3') se llevó a cabo en un equipo termociclador de tiempo final (Thermo Scientific).

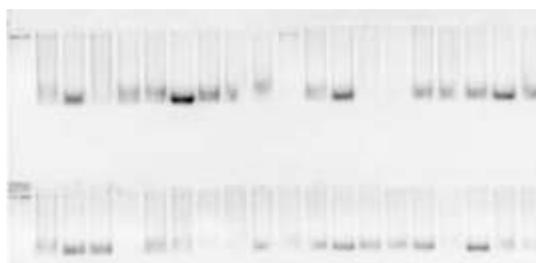
### Cuadro 1. Concentración y Volumen de los componentes para el medio de reacción de las PCR.

Reactivo	Concentración (1X)	Volumen (1X)
Buffer	1X	4 µl
MgCl <sub>2</sub>	3,0 mM	2,4 µl
DNTP's	0,3 mM	0,6 µl
Oligo F	0,25 mM	0,5 µl
Oligo R	0,25 mM	0,5 µl
Polimerasa	0,6 U	0,12 µl
ADN	80 ng	4 µl
H <sub>2</sub> O		7,88 µl
Vol. final		20 µl

El perfil térmico usado para la amplificación fue el siguiente: desnaturalización inicial de 94°C (5 min), 30 ciclos de: 94°C (1 min), 52,5°C – 62,9 °C (20 seg), 72°C (25 seg), extensión final de 72°C (7 min). El medio de reacción se preparó para un volumen final de 20 µl por reacción, según la formulación que se presenta en el Cuadro 1.

### RESULTADOS.

En la Figura 1 se puede apreciar la imagen obtenida después de la electroforesis en gel de agarosa al 0,8%, en la mayoría de los casos se observaron bandas de ADN con buena integridad.



**Figura 1:** Electroforesis en gel de agarosa al 0,8% de las muestras de ADN.

Por otra parte, se pudo observar que el 91 % de las diluciones mostraron la presencia de bandas de amplificación correspondientes a los QTL's que se utilizaron en el estudio, este resultado es superior al observado por Saldaña y Hung (2015), quienes compararon la eficiencia de dos métodos para la extracción de ADN a partir de muestras de sangre en aves domésticas y solo lograron la amplificación por PCR del 23% de las diluciones para un método y 77% para el segundo método. Los valores de concentración obtenidos para las muestras de sangre coagulada oscilaron entre 211,7 ng/µL y 10.243,1 ng/µL con una media no ponderada de 2.288,12 ng/µL, estos valores superaron a los obtenidos en este mismo estudio para las muestras de sangre fresca donde se observó una concentración promedio de 972,02 ng/µL (Cuadro 2).

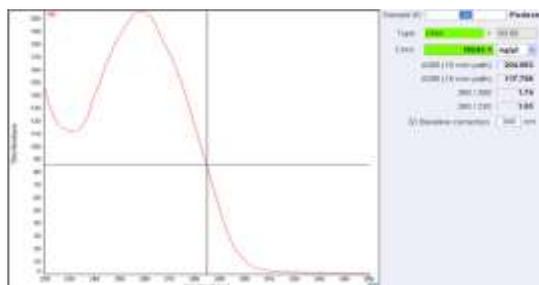
**Cuadro 2: Concentración y relación de pureza del ADN.**

Muestras	Concentración de ADN ng/ $\mu$ L	Relación 260/280
Sangre fresca	972,02*	1,26 - 1,97
Sangre coagulada	2288,12*	1,74 - 2,04

\*: Promedios no ajustados

Los valores de concentración obtenidos, también fueron superiores a los observados por Saldaña y Hung (2015), quienes compararon un método de extracción usando un Kits comercial y el método de fenol-cloroformo y reportaron valores promedios de 9,10 ng/ $\mu$ L para el primer método y 232,47 ng/ $\mu$ L para el segundo. Por otra parte, Saldaña *et al.* (2007), evaluaron tres métodos enzimáticos para la extracción de ADN a partir de muestras de sangre de bovinos utilizando solventes orgánicos (fenol, cloroformo y alcohol isoamílico) y una resina quelante (Chelex 100) y obtuvieron valores de concentración que oscilaron entre 48 ng/ $\mu$ L y 224 ng/ $\mu$ L. Evaluaciones hechas por otros investigadores usando distintos procedimientos para la extracción de ADN (enzimáticos, mecánicos y químicos) a partir de sangre fresca y coagulada de diferentes especies, arrojaron valores que oscilaron entre 5,8  $\mu$ g y 224  $\mu$ g con un promedio no ponderado de 75,05  $\mu$ g (Salazar *et al.*, 1998; Riera *et al.*, 2010; Monroy *et al.*, 2014 y Chang *et al.*, 2015).

El nivel de pureza (relación 260/280) se determinó mediante espectrofotometría y en este caso, osciló entre 1,74 y 2,04, valor que ubica este resultado dentro del rango de pureza óptima (Figura 2) según los estándares de calidad para ADN establecidos por el Banco Nacional de ADN de la universidad de Salamanca (García, 2014).



**Figura 2.** Curva de calidad y concentración de las muestras de ADN.

El nivel de pureza logrado con este protocolo es superior al reportado por otros investigadores para distintos procedimientos de extracción los cuales se ubicaron entre 1,30 y 1,74 (Salazar *et al.*, 1998; Saldaña *et al.*, 2007; Riera *et al.*, 2010 y López y Mejía, 2012; Monroy *et al.*, 2014; Chang *et al.*, 2015 y Saldaña y Hung, 2015) y demuestra la eficiencia del protocolo para eliminar los restos de hemoglobina.

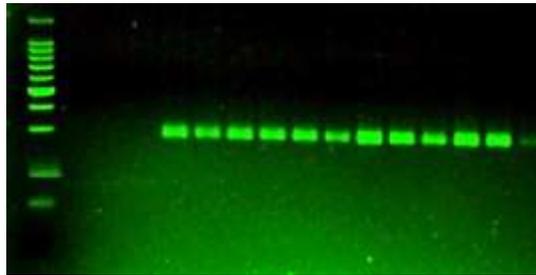
### **Electroforesis en geles de agarosa y poliacrilamida.**

La idoneidad del ADN obtenido se validó mediante amplificación por PCR de los marcadores genéticos moleculares MCW0241 y LEI0122. Los productos de la PCR

se sometieron primero a electroforesis horizontal en gel agarosa al 3% (Figura 3), posteriormente se realizó una segunda PCR y en este caso los amplificados fueron sometidos a una electroforesis desnaturalizante en gel de poliacrilamida al 6% (Figura 4).

**Figura 3.** Electroforesis en gel de agarosa al 3% del marcador genético molecular MCW0241.

En las figuras 3 y 4 se pueden apreciar las imágenes obtenidas después de las corridas de electroforesis, en ambos casos se pueden observar bandas de ADN con



buena integridad en la gran mayoría de las muestras. La región de los QTL's MCW0241 y LEI0122 se amplificaron fácilmente de ambos preparados de ADN y no se observó evidencia de contaminación cruzada de las muestras. Estos resultados muestran que el ADN puede ser extraído de manera eficiente de muestras de sangre líquida o coagulada, incluso después de un almacenamiento prolongado.

**Figura 4.** Electroforesis desnaturalizante en gel de poliacrilamida del marcador genético molecular LEI0122 (310 pb – 306 pb).



## CONCLUSIÓN

En conclusión, el protocolo descrito permitió obtener ADN ideal para los estudios de genética molecular. La extracción se puede realizar a partir de sangre fresca o coagulada y el producto obtenido es de buena calidad y en grandes cantidades. La metodología es simple, confiable y económica.

## Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al Instituto de Producción Animal (IPA) de la Universidad Central de Venezuela por permitir el uso de los ejemplares de la sección de aves, así como de los Laboratorios de Biotecnología Agrícola del INIA-CENIAP y el Centro de Investigación de Biotecnología Agrícola (CIBA), de la Universidad Central de Venezuela por el apoyo logístico brindado para la toma de

muestras y la realización de los ensayos de laboratorio que permitieron la culminación del presente protocolo.

## REFERENCIAS

- Chang, A., Morera L., Ustariz, C., Bencomo, C. Y Hernández, A. 2015. Optimización de la extracción de ácido desoxirribonucleico para la tipificación molecular de antígenos leucocitarios humanos. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. 31(1):59-64. Consulta en línea, disponible en; [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892015000100007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892015000100007)
- De La Rosa, O., Márques, A., Vásquez, B., Seijas, G. y Dickson, L. 2013. Optimización de un protocolo para aislamiento de ADN a partir de sangre periférica en bovinos. Paper presented at the 2do Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación. LOCTI - PEII, Caracas.
- García, M. A. 2014. Taller 3: Controles de calidad. Cuantificación del ADN. "Diferencia entre espectrofotometría UV y fluorimetría". Banco Nacional de ADN Carlos III. Universidad de Salamanca. España. Consulta en línea, disponible en; [www.bancoadn.org/bancoadn@usal.es/FO-00.03-2](http://www.bancoadn.org/bancoadn@usal.es/FO-00.03-2)
- Goraga, Z. S., Nassar, M. K y Brockmann, G. A. 2011. Quantitative trait loci segregating in crosses between New Hampshire and White Leghorn chicken lines: I. egg production traits. *Animal Genetics*, 43, 183–189
- López, L. y Mejía, G. 2012. Evaluación de métodos de extracción de ADN para detección de *Listeria monocytogenes* en productos cárnicos. *Rev.MVZ Córdoba* 17(3):3169-3175.
- Monroy, V., Fernández, A., Díaz, R., Martínez, M., Illnait, Z. y Perurena, L. 2014. Evaluación de cuatro métodos de extracción del ADN de *Histoplasma capsulatum* y su uso en reacciones de PCR. *VacciMonitor*; 23(2):49-56. La Habana Cuba. Disponible en: [www.finlay.sld.cu/vaccimonitor.html](http://www.finlay.sld.cu/vaccimonitor.html)
- Riera, M., Rojas, M. y Zapata P. 2010. Protocolo de extracción de DNA por *salting-out* para pequeños volúmenes de sangre. *Revista Ciencia y Tecnología*. Año 12 / N° 14 / 2010 / 4–7. Consulta en línea disponible en; <https://www.google.com/search?client=opera&q=Protocolo+ADN+sangre+coagulada&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
- Salazar, L. A., Hirata, M. H., Cavalli, S. A., Machado, M. O. and Hirata. R. 1998. Optimized Procedure for DNA Isolation from Fresh and Cryopreserved Clotted Human Blood Useful in Clinical Molecular Testing. *Clinical Chemistry* 44, No. 8. 1748-1750.
- Saldaña, J. A., Tamayo, A. C. y Rojas, W. A. 2007. Extracción y cuantificación de ADN de bovinos de doble propósito escogidos mediante índices de selección en EARTH. *Tierra Tropical* 3 (1): 61-70
- Saldaña, K. y Hung, Armando. 2015. Comparación del Sexaje por PCR usando muestras de ADN de sangre y plumas de aves domésticas. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 3(1), 10-12 Consulta en línea disponible en; [www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/STV/article/view/2677](http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/STV/article/view/2677)
- Sasaki, O., Odawara, S., Takahashi, H., Nirasawa, K., Oyamada, Y., Yamamoto, R., Ishii, K., Nagamine, Y., Takeda, H., Kobayashi, E and Furukawa, T. 2004. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting body weight, egg character and egg production in F2 intercross chickens. *International Society for Animal Genetics, Animal Genetics*, 35, 188–194.

# **RECONOCIMIENTO DE LAS ABEJAS SIN AGUIJÓN (ASA) O MELIPONAS EN VENEZUELA**

Severiano Antonio Rodríguez-Parilli  
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. Área de Agronomía.  
Email: srodriguez@unerg.edu.ve

## **RESUMEN**

La cría y manejo de las abejas sin aguijón o meliponas ha venido en aumento en Venezuela a partir del siglo XXI de una manera moderna y por lo tanto más intensiva. Se han hecho trabajo principalmente resaltando aspectos ecológicos, calidad de sus productos y más recientes de biodiversidad donde se identifican géneros y en algunos casos las especies. Sin embargo se carece de una guía práctica que ayude a los meliponicultores y estudiosos a identificar los principales géneros de meliponas que favorezca su manejo basado en la heterogenidad del grupo. El objetivo de este trabajo es presentar una clave dicotómica para los géneros de las abejas meliponas identificados en Venezuela. El resultado una clave dicotómica para 18 géneros.

**PALABRAS CLAVES:** MELIPONAS, ABEJAS SIN AGUIJÓN, ABEJAS, VENEZUELA, CLAVE, IDENTIFICACIÓN.

## **ABSTRACT**

The breeding and handling of or meliponas has been increasing in Venezuela since the 21st century in a modern and therefore more intensive way. Work has been done mainly highlighting ecological aspects, quality of their products and more recent biodiversity where genera are identified and in some cases species. However, there is no practical guide that helps the meliponiculturists and students to identify the main genera of meliponas that favor their management based on the heterogeneity of the group. The objective of this work is to present a dichotomous key of genera identified in Venezuela of stingless bees. The result is a dichotomous key for 18 genera.

**KEYS WORDS:** MELIPONAS, BEES, VENEZUELA, KEY, IDENTIFICATION

## INTRODUCCIÓN

Las abejas se caracterizan por poseer dos pares de alas membranosas, aparato bucal mastico-lamedor, aguijón funcional (en algunos reducidos) y estructuras para el transporte de polen. Otros caracteres más específicos son: pronoto muy corto, con un lóbulo lateral que no alcanza la tégula; presencia de pelos plumosos o ramificados en al menos alguna parte del cuerpo y basitarsos de las patas posteriores más largos que los demás tarsómeros y frecuentemente achatados (Silveira *et al.*, 2002; González y Araujo de, 2005, Nates-Parra, 2005).

Las abejas pueden ser confundidas para los ojos no entrenados con avispa pero se observan algunas diferencias morfológicas y de comportamiento. Por lo general, el cuerpo de las abejas es más compacto que el de las avispas, presentando estas últimas un pedicelo o constricción entre el tórax y el abdomen, y el pronoto toca la tégula.

Las abejas alimentan sus larvas con polen, por lo que necesitan estructuras para colectarlo tales como: pelos abundantes simples o plumosos y/o presencia de escopa o corbícula. Estas estructuras permiten acarrear además del polen, otras sustancias hacia la colonia para ser utilizada en la construcción del nido, manutención del metabolismo y/o para la reproducción. Por otro lado, las avispas alimentan sus crías con proteína animal y por lo tanto carecen de la presencia de estas estructuras.

Las ASA se diferencian del resto de las abejas por su venación reducida en las alas anteriores, aguijón atrofiado o no funcional y los ojos compuestos sin pelos. Reconocidas por su pequeño tamaño (la mayoría menores a 15 mm de largo), relativa ausencia de pelo, abdomen no puntiagudo y celda marginal del ala delantera abierta en el ángulo distal.

Una clasificación práctica para el reconocimiento es agrupar las ASA en meliponas y trigonas. Las meliponas son generalmente las más grandes (6-15 mm), relativamente peludas, con alas más cortas que la punta del abdomen cuando están en posición de reposo; mientras que las trigonas presentan las especies más pequeñas (2- 6 mm), con el pelo esparcido, alas que se extienden más allá del abdomen cuando descansan y a menudo brillantes.

Los meliponinos más conocidos y utilizados en Venezuela son: la guanota (*Melipona compressipes*), la erica o arica (*M. favosa*), la rubita (o) o angelita o virgencita (*Tetragonisca angustula*) y la conguita (*Nannotrigona testaceicornis*). Las primeras dos con tamaño similar a la abeja *Apis*, con alas que no sobrepasan el abdomen y distribuidas principalmente en zonas bosque seco tropical, especialmente en los llanos de Venezuela; y las otras dos, más pequeñas con las alas que sobrepasan el abdomen y con una distribución más amplia en el territorio, comunes por su amplia ocurrencia en áreas urbanas.

Las entradas de los nidos de las abejas sin aguijón constituyen una herramienta práctica para la identificación de las especies. *T. angustula* presenta una entrada de dos a seis centímetros construida con cera de coloración clara, ubicada por lo general a menos de un metro de altura, con abejas guardianas volando alrededor de la entrada (Figura 1a). Esta especie es común anidando en huecos de bloques, árboles y otros, principalmente en zonas urbanas. Su tamaño es pequeño, abdomen amarillo con tórax oscuro con líneas. Según Schwarz (1938) esta abeja se caracteriza por su apariencia delgada, frágil y tamaño pequeño, aproximadamente 4 mm de longitud; ancho máximo de la cabeza de 1,8 mm. Cuerpo predominantemente de color naranja, principalmente el metasoma y patas; alas ennegrecidas y partes de la cara y antenas amarillas. Tibias posteriores claviformes y con una pequeña corbícula limitada al quinto apical de la tibia y no ocupando todo el ancho de la misma.

Al igual que las otras especies del grupo *Tetragonisca*, las obreras presentan mandíbulas con dos dientes en el tercio interno del borde apical; un área sedosa bien evidente en la base de la cara interna de los basitarsos posteriores; área basal del propódeo glabra y lisa; ángulo submarginal del ala anterior levemente agudo o recto; cinco hámulos; tibia posterior claviforme, con la extremidad distal posterior más o menos redondeada y el abdomen cilíndrico, muy largo, sobrepasando el ápice de las alas (Moure, 1951). Por su tamaño y hábitos de nidificación, la *T. angustula* podría ser confundida con *T. buchwaldi*, sin embargo, esta última presenta una coloración negra y naranja similar a *T. (Trigona) fulviventris fulviventris* (Roubik, 1992).

La *Nannotrigona testaceicornis* también es una abeja pequeña, pero de contextura robusta y un poco mayor *T. angustula*. El tórax es rugoso con dos manchas amarillas en puntos entre las alas y con

abdomen negro y brillante. La entrada del nido tiene mayor diámetro que la de *T. angustula* y las guardianas se ubican en todo el perímetro interior de la copa de cera. Por sus hábitos de recolectar sobre la piel de animales recibe el nombre de lamesudor conjuntamente con otras especies (Figura 1b).



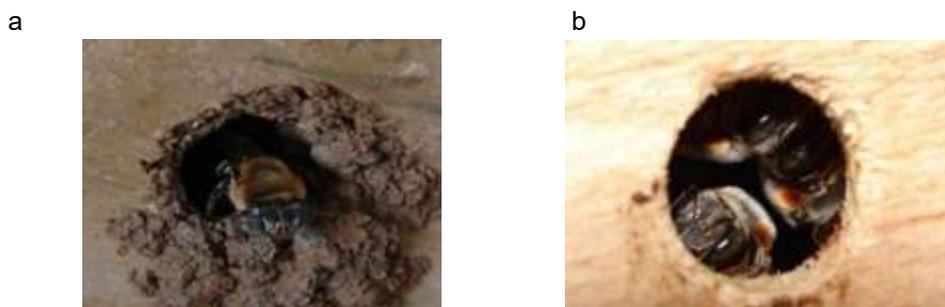
Figura 1. Guardianas

Nannotrigona testaceicornis

Los nidos de la erica (*Melipona favosa*) se encuentran en árboles grandes, en alturas que oscilan de los 5 a 15 metros, y están ajustadas a la movilización de una abeja por vez con una guardianas que se aparta cada vez que entra o sale una pecoreadora.

La erica (*Melipona favosa*) tiene franjas amarillas en el abdomen con pelos rojizos en el tórax con un tamaño un poco menor a la abeja africanizada. La entrada del nido es preparada con barro, resinas y semillas (Figura 2a) su distribución y ocurrencia es mayor al de la guanota por sus hábitos politróficos y menor requerimiento de espacio para la anidación, encontrándose distribuidas además del bosque seco tropical en áreas más secas.

La guanota (*Melipona compressipes*) es del mismo tamaño que la abeja africanizada, con el abdomen ancho y de coloración oscura, sin franjas amarillas, con su extremo ancho como ocurre en los zánganos africanizados. Sus nidos por lo general están a mayor altura que los de la abeja erica, en bosques asociados a cuerpos de agua con la entrada desnuda o libre (Fig. 2b). Las áreas ocupadas por esta especie coinciden con *M. favosa*, sin embargo es más susceptible a la intervención.

Figura 2. Guardianas en entrada de nido a) *Melipona favosa* b) *M. compressipes*

### Clasificación de las abejas ASA y especies comunes para Venezuela

Existen diferencias en cuanto a la clasificación de las ASA a nivel de categorías taxonómicas por parte de los sistemáticos, sin embargo Michener (2000) y Silveira *et al.*, (2002) presentan la siguiente organización jerárquica de las abejas:

- ✦ Familia Apidae
- ✦ Subfamilia Apinae

- ✦ Tribu Ancylini
- ✦ Tribu Anthophorini
- ✦ Tribu Apini
  - Subtribu Apina (Abejas de miel)
  - Subtribu Bombina (Abejas grandes bombus)
  - Subtribu Euglossina (abejas de las orquídeas)
  - Subtribu Meliponina (abejas sin agujón)
  - Subfamilia Nomadinae
    - Subfamilia Xylocopinae (abejas de la madera, cigarrones)

Silveira *et al.* (2002) presenta 27 géneros para Brasil que son: *Trigonisca*, *Leurotrigona*, *Oxytrigona*, *Cephalotrigona*, *Tetragonisca*, *Trigona*, *Geotrigona*, *Trichotrigona*, *Duckeola*, *Frieseomelitta*, *Terragona*, *Ptilotrigona*, *Camargoia*, *Lestrimelitta*, *Schwarzula*, *Scaura*, *Plebeia*, *Friesella*, *Schwarziana*, *Mourella*, *Melipona*, *Nannotrigona*, *Scaptotrigona*, *Aparatrigona*, *Paratrigona*, *Nogueirapis* y *Partamona*.

A continuación se presenta una lista de las especies comunes y los nombres como se les conoce coloquialmente en Venezuela:

- Rubita, españolita (*Tetragonisca angustula*)
- Conguita (*Nannotrigona perilampoides*)
- Erica o arica (*Melipona favosa*)
- Guanota (*Melipona compressipes*)
- Zamurita (*Frieseomelitta* spp.)
- Pegones (*Trigona* spp., *Partamona* spp.)
- Lambeojos (*Trigonisca* spp.)
- Lamesudor (*Nannotrigona* spp., *Plebeia* spp., *Trigonisca* spp.).

A continuación se presenta una clave basada en diagnosis presentada por Silveira *et al.*, (2002), considerando las especies de abejas meliponas identificadas en Venezuela

**Clave para reconocer géneros y algunas especies de ASA en Venezuela  
 (Silveira et al., 2002, modificada)**

- 1a. Abejas pequeñas de 4 mm o menos, área malar (Fig. 3a) más amplia, que el diámetro del flagelo, celda marginal bojada (Fig. 3b), setas del basitarso organizadas en filas, escutelo poco proyectado sobre el metanoto ..... ***Trigonisca***
  
- 1b. Abejas de tamaño variable, si son pequeñas con áreas pigmentadas de amarillo, espacio malar variable, celda marginal normal y setas del basitarso en desorden.....2
  
- 2a. Frente muy amplia -distancia mínima, entre los ojos, mayor a la longitud del ojo (Fig. 4a.), franja marginal glabra en la parte interna de la tibia posterior..... ***Oxytrigona***
  
- 2b. Sin la combinación de los caracteres antes menciona.....3
  
- 3a. Abejas grandes y robustas, la longitud del cuerpo es por lo menos 9 mm, porción dorsal de la región preoccipital formando una fuerte lamela, espacio malar amplio (Fig. 3a). Área malar mayor que el diámetro del flagelo, diente basal de la mandíbula bien desenvuelto, separado por una amplia marginación del diente siguiente; corbícula muy amplia; el escutelo no cubre el metanoto en posición dorsal; metanoto y propódeo cubierto de una pilosidad clara y finamente plumosa; franja marginal de la superficie interna de la tibia glabra, cerca de dos veces el diámetro del flagelo..... ***Cephalotrigona***
  
- 3b. Sin la combinación de los caracteres antes mencionados.....4
  
- 4a. Superficie interna de la tibia posterior con una franja marginal fuertemente deprimida, formando un surco (Fig. 5b); ángulo submarginal variable, frecuentemente abierto, en general el tercio distal de la tibia posterior con pelos plumosos, casi tan largos como las lasa cerdas simples, canto distal de la tibia posterior generalmente redondeado, muy pocas veces terminado en punta.....5
  
- 4b. Superficie interna de la tibia posterior con franja marginal glabra estrecha, menor que el ancho ocupado por las quirotríquias o ausente (Fig. 5a), ángulo submarginal recto o agudo; margen posterior de la tibia posterior con setas simples o pocas setas plumosas; canto distal de la tibia posterior generalmente en punta o ángulo.....11
  
- 5a. Superficie interna del basitarso con un área sedosa basal (Fig. 6b), zona lateral de E3-E5 con pilosidad densa y erecta, en sus márgenes dirigidas hacia el centro del esterno y tan largas como las setas mayores medianas.....6
  
- 5b. Superficie interna del basitarso posterior sin área sedosa, pilosidad de E3-E5 variable, en general corta y decumbente en fuerte contraste con las setas mayores medianas (Fig. 6a).....7
  
- 6a. Abejas pequeñas con una longitud menor a los 5 mm, cabeza y mesosoma con diseños amarillos; borde cortante de la mandíbula con dos dientes basales (figs. 1a y 6)..... ***Tetragonisca angustula***

- 6b. Abejas de tamaño medio a grandes, tegumento generalmente sin diseños amarillos, mandíbula con 4 o 5 dientes, por lo menos los tres distales bien evidentes.....Trigona
- 7a. Espolón de la tibia media ausente, pilosidad en el tercio basal de la superficie externa de la tibia posterior variable, generalmente con muchas setas plumosas entre las cerdas simples, dientes de la mandíbula pequeños e inconspicuos.....8
- 7b. Espolón de la tibia media presente, pilosidad en el tercio basal de la superficie externa de la tibia posterior con algunos pelos plumosos entre las setas simples; dientes de la mandíbula conspicuos.....10
- 8a. Áreas pigmentadas de amarillo ausentes, tegumento negro o castaño; porción lateral de los externos con densa pilosidad erecta, generalmente pelos con ápice curvo.....Geotrigona
- 8b. Diseños amarillos siempre presentes, a veces reducidos al clípeo y área paraoculares en formas melánicas; porción central de los externos con pilosidad esparcida compuesta por setas largas y simples.....9
- 9a. Abejas relativamente grandes con una longitud medida desde la cabeza al extremo de las alas de por lo menos 11 mm; vértice atrás de los ocelos, bastante elevado formando una prominente cresta transversal; canto distal de la tibia posterior terminado en punta.....Duckeola
- 9b. Abejas de tamaño medio a pequeño, menores a 10 mm de longitud; canto distal de la tibia posterior redondeado.....Frieseomelitta
- 10a. Metaposnoto (Triángulo propodeal) glabro (Fig. 5).....Tetragona
- 10b. Metaposnoto cubierto de una pilosidad plumosa.....Ptilotrigona lurida
- 11a. Superficie externa de la tibia posterior convexa, sin corbícula; penicilo ausente, rastelo compuesto por pelos finos y cortos; labro modificado con la porción central bastante deprimida y márgenes elevadas y protuberantes; gena, en vista lateral, más ancha que el ancho del ojo.....Lestrimelitta
- 11b. Superficie externa de la tibia posterior cóncava, con corbícula bien desarrollada, penicilo presente, rastelo formado por cerdas rijas; labro normal, convexo o plano; ancho de la gena variable por lo general más estrecha que el ancho del ojo.....12
- 12a. Franja marginal glabra en la superficie interna de la tibia posterior, claramente rebajada en relación al área de la quirotíquias, formando un reborde a lo largo del margen posterior del ala tibia.....13
- 12b. Sin franja marginal y si está presente en el mismo plano que el área de las quirotíquias.....14
- 13a. Basitarso posterior hinchado, con la superficie externa convexa, frecuentemente más ancho que la tibia (Fig. 8a), cerdas del margen anterior de la superficie interna con ápice curvo, rastelo

- ocupando casi todo el margen distal de la superficie interna de la tibia posterior; sin manchas amarillas.....**Scaura**
- 13b. Basitarso posterior normal con la superficie externa plana; siempre más estrecho que la tibia, setas del margen anterior de su superficie interna rectas; el rastelo ocupa una superficie menor a 2/3 de del margen distal de la superficie interna de la tibia; manchas amarillas siempre presentes, algunas veces reducidas; tegumento de la cabeza y mesosoma predominantemente brillante, puntuación pilífera relativamente fina y generalmente esparcida; porción lateral del mesepisterno con algunos pelos simples entre pilosidad plumosa.....**Plebeia**
- 14a. Abejas robustas, de tamaño medio a grande con una longitud igual o mayor a los 7 mm; frente, vértice y mesosoma, cubierto de una pilosidad plumosa larga; ápice de la alas no sobrepasa o sólo un poco el ápice del metasoma, hámulos en un número igual o mayor a 9.....**Melipona**
- 14b. Abejas de tamaño medio a pequeño, longitud del cuerpo igual o menor a los 7 mm; pilosidad de la cabeza, vértice y mesosoma predominantemente simple y corta.....15
- 15a. Tegumento de la cabeza y mesosoma finamente mate reticulado y fosco con una puntuación gruesa y densa; escutelo fuertemente proyectado sobre el metanoto mandíbulas con apenas dos denticulos basales.....16
- 15b. Tegumento de la cabeza y mesosoma liso y brillante, puntuación pilífera fina; escutelo relativamente corto, con margen posterior en vista dorsal coincidiendo con el margen posterior del metanoto.....17
- 16a. Margen posterior del escutelo, en vista dorsal, marginado en la región mediana, escutelo bastante rugosos; carena preoccipital no lamelada; palpos labiales con setas largas y sinuosas; tergos basales lisos y brillantes; margen posterior de T1 recta y la transición anterior vertical y posterior dorsal redondeada (Fig. 8b).....**Nannotrigona**
- 16b. Margen posterior del escutelo entera, mesosescuto y escutelo con una puntuación fuerte y muy densa; carena preoccipital por lo menos parcialmente lamelada; palpos labiales con cerdas cortas o y rectas; tergo enteramente mate reticulados, rusticos; margen posterior de la porción lateral de T<sub>1</sub> ligeramente proyectada para atrás a los lados; superficies anterior vertical y posterior dorsal de T<sub>1</sub> separadas por una carena (Fig. 7 c).....**Scaptotrigona**
- 17a. Abejas pequeñas, cuerpo con 5 mm o menos de longitud, tibia posterior normal, menos de 2.5 veces más ancha que el fémur; metaposnoto glabro; espacio malar más corto que la mitad del diámetro del flagelo.....**Nogueirapis**
- 17b. Abejas de tamaño medio, cuerpo entre 6 y 7 mm de longitud, tibia posterior muy ancha en forma de tenedor, cerca de tres veces más ancha que el fémur; metaposnoto piloso; espacio malar (Fig. 3a) por lo menos 2/3 el diámetro del flagelo.....**Partamona**

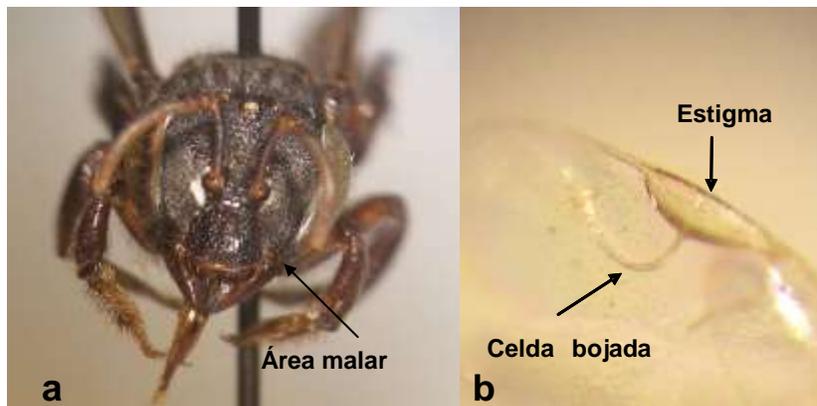


Figura 3. a) Identificación del área malar

b) celda marginal bojada

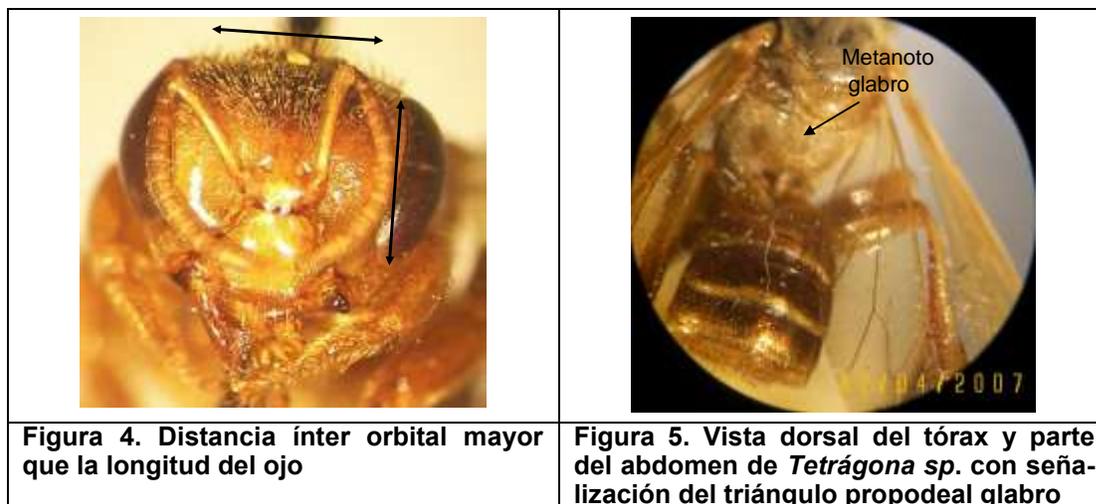




Figura 6. Cara interna de la corbícula y basitarso a) *Partamona* sp. b) *Trigona* sp. (23)



Figura 7. *T. angustula*: a la izquierda vista dorsal y a la derecha detalles de la parte frontal de la cabeza

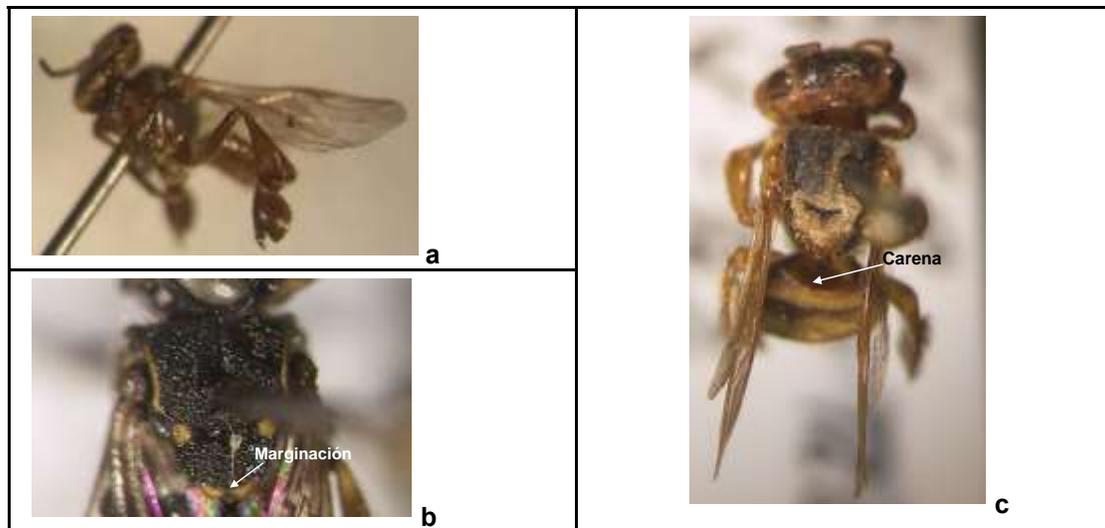


Figura 8. a. Vista lateral de *Scaura* sp. mostrando detalle del basitarso b. *N. testaceicornis*: detalles del mesoescuto rugoso y del escutelo proyectado y marginado c. *Scaptotrigona* sp. en vista dorsal mostrando detalle de la proyección del escutelo y la carena que forma en T1.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González J.; Araujo de, C. (2005) Manual de meliponicultura Mexicana. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Tropical y Zootecnia. Fundación Produce Guerrero A. C. 46 p.
- Michener, C. (2000). The bees of world. Johns Hopkins University Press; Baltimore, MD. 913 p.
- Moure, J. 1951. Notas sobre Meliponinae (Hymenoptera-Apoidea). Dusenía: II (1): 25-70.
- Nates-Parra, G. (2005) Biodiversidad y meliponicultura en el piedemonte llanero, Meta, Colombia. En: IV Seminario y Taller Mesoamericano de Abejas sin Aguijón El Salvador. Cd-Room.
- Roubik, D. 1992. Stingless bees: A guide to Panamanian and Mesoamerican species and their nests (Hymenoptera:Apidae:Meliponinae). En: Quintero, D. & Aiello, A. Insect of Panamá. Oxford University Press. 495-524 pp.
- Schwarz, H. F. 1938. The stingless bees (Meliponidae) of British Guiana and some related forms. Bull. of the American Museum of Natural History. New York. Vol LXXIV, pp. 437-508 pp.
- Silveira, F.; Melo, G.; Almeida, E. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Brazil. Editorial Belo Horizonte. 253 p.

# ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA DE CONEJOS CON FOLLAJE DE *Moringa oleifera* Lam. EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DE ALIMENTO CONCENTRADO

Josmary Páez, José Ramírez, Pablo Pizzani, Alfredo Baldizan y Raymer Ramírez  
Universidad Rómulo Gallegos, Área Agronomía, Apartado 4563, San Juan de Los Morros, Estado  
Guárico, Venezuela. Correo electrónico: pablopizzanic@gmail.com

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la incorporación de follaje de *Moringa oleifera* Lam. como alimentación alternativa en conejos de engorde, se realizó un experimento en la Unidad Cunicola de la Escuela Práctica de Agricultura, Municipio Mariño, estado Aragua. Los tratamientos evaluados fueron: T<sub>0</sub>: alimento comercial balanceado (ACB) y T<sub>1</sub>: 50% de ACB y 50% de follaje de Moringa deshidratada. La experimentación tuvo una duración de 42 días. Se utilizaron 10 animales de 50 días de edad, distribuidos de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con cinco réplicas por tratamiento. Los datos se analizaron mediante ANOVA y los promedios se separaron con la prueba de Tukey. En los resultados no se observaron diferencias ( $P < 0,05$ ) estadísticas significativas entre los tratamientos con relación a las siguientes variables productivas: ganancia diaria de peso T<sub>0</sub>=24,52 y T<sub>1</sub>=24,28 g/animal/día, peso en canal T<sub>0</sub>=1600 y T<sub>1</sub>=1583 g y rendimiento en canal T<sub>0</sub>=64 y T<sub>1</sub>=65%. Sin embargo, el consumo de alimento fue mayor ( $P < 0,05$ ) para T<sub>1</sub>=125g/animal/día en comparación con T<sub>0</sub>=95g/animal/día. El índice de conversión alimenticia presentó mayor eficiencia T<sub>0</sub>=5,17 comparado con T<sub>1</sub>=6,97. La relación beneficio costo (B/C) evidenció que la dieta con adición de Moringa presentó mayores beneficios económicos (T<sub>1</sub>=4,23) en comparación con la dieta basada exclusivamente en ACB, cuyo índice B/C fue de 3,10. En conclusión, se puede señalar que el follaje de Moringa representa una materia prima alternativa que puede ser usada en la alimentación de conejos de engorde, sin perjudicar los parámetros productivos y abaratando los costos de producción.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, conversión alimenticia, parámetros productivos.

## ABSTRACT

In order to assess the incorporation of *Moringa oleifera* foliage as an alternative feeding rabbits for fattening, an experiment in the rabbit Unit Practical School of Agriculture, Mariño Municipality, Aragua state was performed. The treatments were: T<sub>0</sub> = balanced commercial diet (ACB) and T<sub>1</sub>: ACB 50% and 50% Moringa dried foliage. Experiment lasted 42 days. 10 animals 50 days old, distributed according to a completely randomized design with five replicates per treatment were used. Data were analyzed using ANOVA and means were separated by Tukey's test. The results were not productive variables the following differences ( $P < 0.05$ ) statistically significant relation between treatments were observed daily gain T<sub>0</sub>= T<sub>1</sub>= 24.52 and 24.28 g / animal / day weight channel T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub>= 1600 = 1583g and carcass yield T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub>= 64 = 65%. However, feed intake was higher ( $P < 0.05$ ) for T<sub>1</sub>= 125g/animal/day compared with T<sub>0</sub>= 95g/animal/day. The feed conversion ratio showed higher efficiency T<sub>0</sub> = T<sub>1</sub> = 5.17 compared with 6.97. The benefit cost ratio (B/C) showed that the addition of Moringa diet had higher economic benefits (T<sub>1</sub>= 4.23) compared with solely based on ACB, whose index B/C diet was 3,10. En conclusion, it can be noted that the foliage of Moringa is an alternative feedstock that can be used in feed for fattening rabbits without harming growth performance and lowering production costs.

Keywords: *Moringa oleifera*, feed conversion, production parameters.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de explotación cunícola el alimento comercial balanceado (ACB) representa la principal fuente de alimentación, sin embargo su alto precio y esporádica disponibilidad hacen necesaria la búsqueda e investigación de fuentes alternativas viables para reducir la dependencia del ACB. Varios estudios sobre materias primas no convencionales en la alimentación animal señalan que aunque obtienen mejores resultados en la relación beneficio costo (Nieves *et al.*, 2001) estos no superan a su contraparte (ACB) en conversión alimenticia ó ganancia de peso.

Venezuela cuenta con gran variedad de forrajes con un alto valor nutritivo que representan alternativas factibles para la alimentación de conejos, aprovechando la capacidad herbívora de la especie. Una de ellas es la *Moringa oleifera* perteneciente a la familia *Moringaceae*, el follaje de este árbol contiene un elevado valor proteico (18,22%), cantidades significativas de calcio (2%), y fósforo (0,20%) (García *et al.*, 2008) además es una especie con adaptabilidad al clima tropical y puede sustituir la harina de alfalfa importada a precios elevados en el mercado internacional (Valdivié y Ponce, 2015) con bajos costos de mantenimiento; resultando un potencial recurso forrajero para la cunicultura.

Varios estudios han concluido que la *Moringa* puede ser adicionada al alimento para conejos, logrando cubrir los requerimientos nutricionales de conejas en gestación y lactación (Cornejo y Paredes, 2011). Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la adición de follaje de *Moringa* deshidratada sobre los parámetros productivos de conejos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tuvo una duración de 42 días y se llevó a cabo en la Unidad de Producción Cunícola de la Escuela Práctica de Agricultura (EPA), La Providencia, Municipio Santiago Mariño, Estado Aragua. La EPA se encuentra situada entre los paralelos 10°13'50" y 10°13'47" de Latitud Norte y entre los meridianos 67°30'20" y 67°30'48.90" de Longitud Oeste, a una altitud de 458 msnm. La temperatura mínima en la zona es de 26°C y la máxima de 28°C, la media anual es de 27°C.

Se seleccionaron 10 animales Nueva Zelanda y California, con 50 días de edad, alojados en 10 jaulas galvanizadas de 0,5 x 0,5 x 0,4 m. Los conejos fueron distribuidos al azar a razón de un (1) animal por jaula con un peso promedio de 1.3 kg, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con dos (2) tratamientos y cinco (5) repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T<sub>0</sub>=200g de alimento comercial balanceado, T<sub>1</sub>=100g ABC y 100g de follaje de *Moringa oleifera* deshidratada.

### Ubicación de la colecta del follaje

La recolección del follaje de *Moringa oleifera* se llevó a cabo en la Unidad de Producción Socialista (UPS) "Tamarindo" perteneciente al Municipio Zamora del Estado Aragua, Venezuela. La UPS Tamarindo se encuentra situada entre los paralelos 10°06'36" y 10°06'30" de Latitud Norte y entre los meridianos 67°28'34,34" y 67°28'33,80" de Longitud Oeste, a una altitud de 453 msnm.

### Formulas utilizadas para evaluar variables.

Para calcular la ganancia diaria de peso (GDP), los conejos se pesaron semanalmente y posteriormente se evaluó mediante la fórmula:

$$\text{GDP} = \text{IP} / \text{DT}$$

Donde:

**IP**= incremento de peso vivo durante el ensayo (kg/conejo).

**DT**= Días del tratamiento.

Consumo alimento diario:

$$\text{CA} = \text{SA} - \text{S}$$

Donde:

**SA**= Suministro de alimento (día/conejo).

**S**= alimento sobrante (día/conejo).

Índice de conversión:

$$\text{ICA} = \text{CA} / \text{IP}$$

Donde:

**CA**= Consumo de alimento durante el ensayo (kg/conejo/Día).

**IP**= incremento de peso vivo durante el ensayo (kg/conejo).

Rendimiento en canal:

$$\text{RC} = \text{PC} \times 100\% / \text{PV}$$

Donde:

**PC**= Peso en canal (kg/conejo)

**PV**= Peso vivo (kg/conejo)

Relación beneficio costo:

$$\text{B/C} = (\text{IP} \times \text{VC}) / (\text{CA} \times \text{VA})$$

Donde:

**IP**= incremento de peso vivo durante el ensayo (kg/conejo).

**VC**= valor de la canal (280 Bs/kg)

**CA**= Consumo de alimento durante el ensayo (kg/conejo/Día).

**VA**= valor del alimento (Bs/kg)

**El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado.**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis químico del alimento balanceado y del follaje de la Moringa. Así como también la estimación nutricional de la dieta T<sub>1</sub> la cual está compuesta por 50% de ACB y 50% Moringa. Dicha estimación arrojó los siguientes resultados: La dieta T<sub>1</sub> supera ligeramente en unidades porcentuales a la dieta T<sub>0</sub>, en los siguientes nutrientes: PC (+2%), EE (+1%) y Ca (0,75%). En el contenido de fósforo de ambas dietas (0,6%) no se observaron diferencias (P>0,05). Sin embargo, los valores de éste macromineral están por encima de los requerimientos establecidos por la NRC (1977), la cual establece valores de 0,22% para conejos en crecimiento.

El contenido de FC para la dieta T<sub>0</sub> es de 18% es decir 4,5 unidades porcentuales por encima de la dieta T<sub>1</sub> (13,5 %) cuyos valores de fibra cruda de la dieta están más ajustados a los requerimientos establecidos por la NRC (1977), quienes recomiendan contenidos de fibra entre 10 a 12% para conejos en crecimiento. Con relación al contenido proteico sugerido para conejos en crecimiento (16%) por la NRC (1977). Ambas dietas cubren los requerimientos mínimos: T<sub>0</sub> = 15% y T<sub>1</sub> = 17%. Según lo señalado por González (2004) en la alimentación de conejos hay que guardar una relación entre fibra-energía-proteína, en consecuencia cuando el nivel de fibra se eleva excesivamente, el conejo pierde la capacidad de autorregulación para consumir la cantidad de alimento necesario y mantener un consumo energético determinado, por esta razón para obtener un crecimiento y digestión normal la relación fibra-proteína adecuada debería estar dentro de los siguientes parámetros 12-15% y 16-18% respectivamente.

**Cuadro 1:** Resultados de los análisis bromatológico de alimento balanceado y Moringa.

Muestras	PC (%)	EE (%)	FC (%)	Ca	P
T <sub>0</sub>	15 (Min)	3	18 (Max)	0,9	0,6
MO	19	5	9	2,4	0,6
T <sub>1</sub>	17	4	13,5	1,65	0,6
Diferencia T <sub>0</sub> - T <sub>1</sub>	+2	+1	-4,5	+0,75	0

T<sub>0</sub>= alimento balanceado, Conejina (Alfalfa) PURINA®. MO= *Moringa oleifera*. T<sub>1</sub>= 50% ACB + 50% Moringa. Requerimientos para conejos en crecimiento NRC (1977): PC = 16%, FC = 10 – 12%, Ca = 0,4%, P = 0,22%.

En el Cuadro 2 se presentan los valores de consumo promedio semanal (MS) de alimento balanceado con y sin adición de follaje deshidratado de Moringa. El mayor consumo de alimento lo registraron los animales con la dieta de ACB y Moringa (T<sub>1</sub>), consumiendo en promedio 125 g/alimento/día, con diferencias (P>0,05) en consumo que se ubicaron entre 15 y 50 g/alimento/día por encima del tratamiento con alimentación convencional (T<sub>0</sub>), el cual obtuvo consumos promedio de 95 g/alimento/día. Este resultado muestra una tasa de aceptabilidad del follaje de Moringa por parte de los conejos. Sin embargo, González y Herrera (2012), no observaron diferencias significativas (P>0,05) en cuanto al consumo voluntario de alimento convencional (110

g/alimento/día) y de Moringa en forma de harina (115 g/alimento/día) adicionada isométricamente a la fórmula comercial.

Con respecto al índice de conversión alimenticia (ICA), T<sub>0</sub> presentó mayor eficiencia (T<sub>0</sub>=5,17 kg) en comparación con el tratamiento al cual se le adicionó Moringa deshidratada (T<sub>1</sub>=6,97 kg). Bustamante *et al.* (2013), reportaron resultados menores en cuanto al índice de conversión alimenticia sustituyendo 30% (isoprotéica) con harina del follaje de Moringa en una dieta granulada (ICA=3,75 kg) y la dieta convencional (ICA=4,30 kg). Por otra parte, Alber (2006), alcanzó valores superiores en el ICA con el empleo de cuatro forrajes arbóreos: *Medicago sativa* (4,39), *Trichantera gigantea* (4,61), *Morus alba* (4,56), *Erythrina poeppigiana* (4,56)

**Cuadro 2:** Consumo promedio semanal (g/alimento/día) de alimento balanceado con y sin adición de follaje deshidratado de Moringa y el índice de conversión alimenticia (ICA) en ambos tratamientos.

Tratamientos	Semanas						ICA (kg)
	1	2	3	4	5	6	
T <sub>0</sub>	83	85	92	118	17	148	5,17
T <sub>1</sub>	99	107	126	151	182	181	6,97
Diferencia	15	20	31	30	50	30	1,8

T<sub>0</sub>= Alimento balanceado, T<sub>1</sub>= Alimento balanceado + follaje de Moringa deshidratado.

En el cuadro 3 se presentan los valores de peso vivo (g) en conejos alimentados con dieta balanceada con y sin adición de follaje deshidratado de Moringa. En los tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> se obtuvieron ganancias diarias de peso de 24,28 y 24,52 g/animal/día respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas (P>0,05) significativas entre tratamientos. Estos resultados de peso vivo indican que una sustitución de 50% con follaje de Moringa deshidratada en la ración de ABC, permite obtener ganancias de peso equivalentes a la alimentación convencional, éstos resultados son alentadores ya que en climas tropicales ganancias de peso en conejos cercanas a 20 g/d se consideran satisfactorias (García, 2006).

Similares resultados obtuvo Vivas (2014) el cual utilizó una dieta isoprotéica con 19,64% de harina de hojas de Moringa oleifera en el concentrado, que permitió obtener ganancia media diaria de 20,49 g y conversión alimenticia de 5,65, similar a la de conejos alimentados con concentrado comercial con 19,22 g y conversión alimenticia de 5,90; demostrando que existe un mejor comportamiento biológico de los conejos utilizar la harina de hoja de Moringa como alternativa alimentaria en el concentrado. González y Herrera (2012) reportaron resultados similares a los de este ensayo, utilizando harina de hojas de Moringa incluida al alimento balanceado (19% isométricamente) y obtuvieron una ganancia de peso de 22,9 g/animal/día y con alimento balanceado comercial (24,6 g/animal/día). De igual forma Bustamante *et al.* (2013) reportaron ganancias de peso diarias de 23,8 y 24,8 g/animal/día para la alimentación granulada y dieta con inclusión en un 30% de follaje de Moringa.

Cuadro 3: Incremento de peso vivo (g) semanal en conejos alimentados con dieta comercial y follaje deshidratado de Moringa.

Tratamientos	Semanas							GP/d
	0	1	2	3	4	5	6	
T <sub>0</sub>	1320 ± 110	1420 ± 175	1590 ± 222	1720 ± 239	1910 ± 230	2120 ± 236	2350 ± 209	24,52 ± 3,57
GP (g)	0	100	170	130	190	210	230	
T <sub>1</sub>	1360 ± 134	1430 ± 168	1610 ± 198	1800 ± 154	1910 ± 156	2100 ± 94	2380 ± 57	
GP (g)	0	70	100	190	110	190	200	24,20 ± 2,74

Valores expresados como media ± desviación estándar, GP = ganancia de peso, GP/d= ganancia de peso diaria.

En el cuadro 4 se muestran los valores de peso vivo (g), peso en canal (g) y rendimiento en canal en conejos alimentados con dieta balanceada con y sin adición de follaje deshidratado de Moringa. En los tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> se obtuvieron rendimientos en canal de 64 y 65% respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas (P>0,05) significativas entre tratamientos. En la relación beneficio costo (B/C) T<sub>1</sub> mostró mayor rentabilidad (4,23) es decir, que por cada bolívar invertido en la alimentación se obtuvo 3,23 bolívares de ganancia lo cual representa más del 300% de la inversión; 100 puntos porcentuales por encima de la dieta con alimento comercial (T<sub>0</sub>) que presenta una relación beneficio costo de 3,14.

Se debe aclarar que dicha relación beneficio costo del tratamiento T<sub>1</sub> se mantiene, siempre y cuando en la unidad de producción se encuentren establecidas las plantas de Moringa.

Nieves *et al.* (2001) reportaron valores para B/C similares a los de este estudio, donde las dietas alternativas con dieta no granulada con inclusión de 2 % harina de lombriz y materias primas no convencionales + 300 g de *Trichanthera gigantea*, generaron un mayor beneficio económico (T<sub>1</sub>=2,98) que el sistema de alimentación convencional (T<sub>0</sub>=1,83).

**Cuadro 4:** Peso vivo y en canal de los conejos alimentados con dieta balanceada comercial con y sin Moringa deshidratada conjuntamente con la relación beneficio costo.

Tratamientos	PV (g)	PC (g)	RC (%)	B/C
T <sub>0</sub>	2500 ± 153 <sup>a</sup>	1600 ± 176 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	3,10
T <sub>1</sub>	2433 ± 58 <sup>a</sup>	1583 ± 29 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	4,23

Valores expresados como media ± desviación estándar, PV= peso vivo, PC= peso en canal. RC= rendimiento en canal. B/C= Beneficio costo.

## CONCLUSIONES

La incorporación del follaje de Moringa deshidratada a razón de 50% al alimento balanceado comercial no afectó los parámetros productivos ni de calidad de la canal del conejo.

La dieta donde se incorporó el follaje de Moringa mostró mayor rentabilidad con respecto al tratamiento control.

## RECOMENDACIONES

1. Suplementar con fosfato comercial (tricalfos) las dietas con follaje de Moringa. Con la finalidad de ajustar la relación calcio:fósforo
2. Elaborar dietas balanceadas peletizadas con la incorporación de follaje de Moringa.
3. Realizar estudios de factibilidad económica con la incorporación de follaje de Moringa, ajustados a los precios actuales. Considerando las siguientes variables:
  - Costo de semillas
  - Costo de semilleros
  - Fertilizantes
  - Riego
  - Mano de obra

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, A. 2006. Evaluación biofisiológica de las especies *Trichantera gigantea*; *Morus alba* y *Erythrina poeppigiana* en Cuyes, en la región de Topes de Collantes. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Medicina Veterinaria. Instituto de Ciencia Animal, La Habana Cuba.
- Bustamante, D., Caro, Y. y Dihigo, L. 2013. Harina de forraje de Moringa (Moringa oleifera) como ingrediente en dietas para conejos de engorde. Revista computarizada de producción porcina. Instituto de Ciencia Animal: No. 24. San José de Lajas, Cuba 2.013. [Consulta noviembre, 2014] disponible en: [http://www.iip.co.cu/RCP/204/204\\_08YCaro.pdf](http://www.iip.co.cu/RCP/204/204_08YCaro.pdf)
- Cornejo, V. Paredes, S. 2011. Evaluación de bloques multinutricionales con tres niveles de follaje de Terebinto (Moringa oleifera) como fuente protéica, en el desempeño reproductivo de conejas de la raza Neozelandés blanco. Institutional Repository of the University of El Salvador. Septiembre, 2011 [consulta noviembre, 2014] disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/931>.
- García, A.M. 2006. Evaluación de forrajes tropicales en dietas para conejos de engorde. Tesis de Maestro en Ciencias en Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez, pp 89.
- García M., D. E., Medina R., M. G., Clavero, C. T., Cova, J. L., Domínguez, C., & Baldizan, A. (2008). Caracterización nutritiva del follaje de seis especies forrajeras con énfasis en sus perfiles polifenólicos. Revista Científica FCV-LUZ, 18,188–196. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/959/95918211.pdf>
- González, R. 2004. Cunicultura, nutrición y alimentación. [En línea] Universidad Autónoma de Baja California Sur Área Interdisciplinaria de Ciencias Agropecuarias. 2004. [Consulta 10 noviembre, 2014] Disponible en: <http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto05/index.htm>

- González, L., Herrera, C. 2012. Efecto de la inclusión de harina de hojas de Moringa oleifera en la alimentación de conejos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. Centro de información y documentación agrícola. Abril 2012 [consulta noviembre, 2014] disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl02g643i.pdf>
- Nieves, D., López, D. y Cadena, D. 2001. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con Trichantera gigantea. Programa de producción animal, UNELLEZ, Guanare. [En línea] 18-10-2000. [Consulta noviembre, 2014] disponible en: <http://www.saber.ula.ve/revistaunellez/pdfs/60-66.pdf>.

# EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNOS FOLLAJES DE ARBOLES DE UN BOSQUE SECO TROPICAL DECIDUO DE LOS LLANOS CENTRALES DE VENEZUELA

Raymer Ramírez, Pablo Pizzani, José Zavarce y Giovanna De Martino

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. Instituto para el Desarrollo Sostenible de los Sistemas Agroambientales IDESSA. e-mail: rramirez1@unerg.edu.ve

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la composición nutricional y la presencia de metabolitos secundarios de algunos follajes de árboles de un bosque seco tropical deciduo de los llanos centrales de Venezuela se recolectaron follajes de las especies cordoncillo *Piper aduncum* L., vara de agua *Piper tuberculatum* Jacq., tapa culo *Casearia* sp, cañafistolillo *Senna atomaria*, zapatero negro *Cupania aff scrobiculata* Rich, cajuaro *Cordia dentata* Poir, pepa de paloma *Allophylus racemosus* Sw, guácimo cimarron *Annona montana* Macfad y melero blanco *Gouania polígama* (Jacq) Urb., en una finca ubicada en el Caserío Camburito, localizada a 9°53'47" latitud Norte, 67° 28' 22" longitud Este del Municipio Juan Germán Roscio Nieves, Parroquia San Juan de los Morros, estado Guárico. La determinación de la composición química y materiales estructurales se realizó a través del método Wende AOAC, (1980) y Van Soest (1967) y los metabolitos secundarios por el método propuesto por Rondina y Cussio, descritos por Alfonso., *et al* (2000). Para la proteína cruda (PC) el valor promedio fue de 18,13%, el mayor valor correspondió a *Cupania aff. scrobiculata* con 23,5% y el menor para *Allophylus racemosus* con 14,03%, la fibra cruda arrojó un valor promedio de 21,48% correspondiendo el mayor valor para *Lonchocarpus sericeus* con 27,15 % y el menor para *Piper aduncum* con 11,91%, la grasa cruda alcanzó un promedio de 2,15% con el mayor valor para *Senna atomaria* (4,38%) y el menor para *Cordia dentata* (0,98%). La fibra neutro detergente (FND) en promedio obtuvo 49,96%, el mayor valor para *Cupania aff. Scrobiculata* con 70,49% y el menor para (*Senna atomaria*) con 33,93%, la fibra ácido detergente (FAD) arrojó un promedio de 34,79% con el mayor valor para *Cordia dentata* (62,94 %) y el menor valor para *Senna atomaria* (19,87%). Para los minerales, el calcio (Ca) arrojó un promedio de 1,36% con el mayor valor para *Senna atomaria* (2,22%) y el menor para *Casearia sp.* (0,71%), el fósforo (P) obtuvo un promedio de 0,24% con el mayor valor para *Cupania aff. Scrobiculata* (0,34%) y el menor para *Lonchocarpus sericeus.* (0,13%). Mediante el tamizaje fotoquímico se procedió a determinar la presencia de cinco metabolitos secundarios, cumarina, triterpenos, saponinas, alcaloides y taninos condensados, indicando la presencia de cumarina, saponinas, alcaloides y taninos condensados reaccionando negativamente para triterpenos. El contenido nutricional de las especies arbóreas estudiadas las hacen propicias para ser utilizadas como una opción para la alimentación de rumiantes.

Palabras clave: Bosque, nutricional, rumiantes metabolitos secundarios

## Introducción

En Venezuela, las especies vegetales que han sido objeto de estudio con fines alimenticios para rumiantes en producción, son principalmente la leucaena *Leucaena leucocephala*, mata ratón *Gliricidia sepium*, morera *Morus alba* y cratilia *Cratylia argentea*. (Baldizán y Chacón, 2007). Durante los últimos años, han sido evaluadas diferentes especies nativas con el objeto de ser utilizadas como alimento alternativo en época crítica para los rumiantes, pasando a ser una herramienta no solo para la explotación de rumiantes sino también para la protección del medio ambiente, disminución de costos en la unidad de producción, entre otros.

Los bosques proveen diferentes beneficios para la explotación de ganado bovino, dentro de los que se pueden mencionar esta la reducción de las altas temperaturas corporales por el efecto de la sombra, disminución de las pérdidas energéticas, aumento del consumo de materia verde en época seca, proveen de forrajes y frutos de buen valor nutritivo y la captura dióxido de carbono.

El uso de los bosques durante los últimos años ha pasado a ser una herramienta importante en el sistema productivo para los ganaderos en el país, debido a que los mismos sustituyen la biomasa forrajera de gramíneas que durante la época seca escasea y que trae consigo la baja productividad y hasta la mortalidad de los animales.

Diferentes estudios indican el potencial nutricional para la alimentación de rumiantes que tienen los árboles y arbustos nativos, ofreciendo hojarasca, frutos, follajes y flores (Baldizán y Chacón, 2000). Sin embargo la presencia de metabolitos secundarios podría ser una limitante en el uso de los recursos forrajeros del bosque ya que restringiría el consumo de los mismos, podría causar anorexia y hasta la muerte. Es por ello, que se hace importante evaluar el valor nutricional y la presencia de metabolitos secundarios del forraje de algunas especies del bosque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo y Diseño de la investigación población y muestra

#### Localización del área bajo estudio

El área bajo estudio está representada por las zonas de bosque seco tropical premontano de la finca El totumo ubicado a 9°53'47" latitud Norte, 67° 28' 22" longitud Este de la comunidad rural Camburito, del Municipio Juan Germán Roscio Nieves, Parroquia San Juan de los Morros, estado Guárico.

El área presenta características de bosque seco tropical deciduo. Los suelos presentan características taxonómicas en dos órdenes: Inseptisoles, suborden Tropeps, representado en un 60% y el orden Oxisoles, sub-orden Ustoxs representado en un 40%. Son suelos afectados por el mal drenaje y composición estructural.

La recolección de las muestras vegetales se llevó cabo durante la época de transición noviembre - diciembre. En el cuadro 1 se muestra de acuerdo a la estación meteorológica de San Juan de los Morros las características climatológicas del área

bajo estudio, la temperatura máxima fue de 33° para el mes de marzo y la mínima temperatura de 22° para el mes de diciembre, la humedad máxima alcanzo promedios de 98% y la humedad mínima de 31% con promedios de horas sol de 12 horas aproximadamente.

#### **Cuadro 1.** Datos climáticos del área bajo estudio

<b>Temperatura máxima</b>	<b>Temperatura mínima</b>	<b>Humedad máxima</b>	<b>Humedad mínima</b>
33°	22°	98%	31%

Fuente: Estación meteorológica de San Juan de los Morros, estado Guárico.

#### **Recolección de material vegetal (sustrato)**

A través de una entrevista no estructurada al productor y la observación directa se conoció la preferencia de los bovinos por el pastoreo de determinados arbustos y árboles, de acuerdo a la información obtenida se procedió a recolectar en el área de bosque, ramas y hojas frescas de cada especie vegetal, almacenándolas en bolsas de papel y luego seleccionando las hojas y prensando las ramas y hojas para ser identificadas taxonómicamente y posteriormente trasladarlas al Laboratorio de Evaluación y Control de Sistemas Agroambientales (Labecca) de la Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos (UNERG).

Según la información del productor, las especies arbóreas más apetecibles por los animales fueron cordoncillo *Piper aduncum* L, vara de agua *Piper tuberculatum* Jacq., tapa culo *Casearia* sp, cañafistolillo *Senna atomaria*, zapatero negro *Cupania aff scrobiculata* Rich, cajuaro *Cordia dentata* Poir, pepa de paloma *Allophylus racemosus* Sw, guácimo cimarron *Guazuma ulmifolia* L, mahomo blanco *Lonchocarpus sericeus* (Poir) Knth., guanabano cimarron *Annona montana* Macfad y melero blanco *Gouania polígama* (Jacq) Urb.

#### **Preparación del sustrato (material vegetal)**

Después de recolectadas las muestras en el campo, fueron secadas en la estufa a 50° C durante tres días. Posteriormente se molieron en un molino con una criba de 1 mm.

#### **Determinación de composición química y materiales estructurales**

A través del método Weende AOAC, (1980) y Van Soest (1967), se determinó composición química y materiales estructurales de los sustratos vegetales bajo estudio. Cada sustrato vegetal fue sometido a 105 °C en una estufa para eliminar la humedad, una vez seco dicho material se incineró a una temperatura comprendida entre 450 y 600 °C para obtener las cenizas. Así mismo se aplicó el análisis de Kjeldhal, AOAC, (1980) para proteína cruda, realizando también la extracción de lípidos con solventes para conseguir la fracción de lípidos y la extracción de ácido/ álcalis para conocer la fibra cruda.

En el mismo orden de ideas, el contenido de P en las especies evaluadas contienen cantidades superiores a los pastos tropicales (0,03 a 0,10%). De acuerdo a Combellas (1986) los requerimientos de fósforo son de 0,92% para becerros, 0,27% para machos en ceba, 0,18% para vacas secas y 0,28% para vacas en producción de 8 litros de leche/día.

El valor para ceniza alcanzo un promedio de 9,13 %, con rangos desde 3,27 hasta 16,68 % para *Senna atomaria* y *Piper aduncum* respectivamente, según reporte de García y Medina (2006) el valor promedio de ceniza en algunos árboles forrajeros fue de 6,95%.

Por otro lado, la fibra cruda arrojó un valor promedio de 22,34%; variando desde 11,91 y 37,42% para *Piper aduncum* y *Cupania aff. scrobiculata* respectivamente y para grasa cruda un promedio de 2,06% con una oscilación entre 0,75% para *Senna atomaria* y 4,38% para *Cassia moschata*

Así mismo, se observó que el valor promedio de fibra detergente ácida (FDA) fue de 34,85%, oscilando 19,87 y 62,94% en el follaje de *Senna atomaria* y *Cordia dentata* respectivamente, y en la fracción de fruto fue de 35,46% en *Senna atomaria*, Arias et al (2001) coincide con valores obtenidos para las fracciones de hojas en la misma zona con valores de 24,37% de fibra ácida detergente.

Los contenidos de fibra total expresados como fibra neutra detergente (FND) arrojaron en la fracción fruto 53,02% y un promedio en follajes de 50,18%, variando entre 33,93 y 70,49% en los sustratos de *Senna atomaria* y *Cupania aff. scrobiculata* respectivamente. En tal sentido, Ceconello et al., (2003), señalan valores de fibra neutro detergente que oscilaron entre 18,12 a 62,74% donde los mayores contenidos de pared celular correspondieron a la fracción de *Senna atomaria* (62,74%). Así mismo Fox et al., (1997) reportaron valores promedios de FND de 67,92% en pastos de buena calidad introducidos en nuestro país.

Baldizan y Chacón (2007) reportan valores promedios de 38,98% de FND y 30,20% FAD en especies leñosas nativas de un bosque caducifolio, lo que sugiere que elementos como la especie vegetal, condiciones edafoclimáticas de la zona y es estado de madurez de la planta son factores que pueden causar de variaciones entre los valores obtenidos.

## Determinación de metabolitos secundarios

A las muestras vegetales se les determinó la presencia de metabolitos secundarios de acuerdo a lo propuesto por Rondina y Cussio, descrito por Alfonso *et al.*, (2000): taninos condensados, triterpenos, saponinas, cumarinas y alcaloides. Como criterio para valorar los contenidos, se utilizó el sistema de cruces (García, 2003), como sigue: la presencia cuantiosa se denotó con (+++); notable (++) y leve (+) y ausencia (-). Exceptuando a los taninos condensados que fueron expresados de forma cuantitativa.

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### Caracterización Florística del Bosque Seco Tropical Deciduo en Estudio

En el inventario florístico realizado (cuadro 2), se observa la presencia de plantas leñosas y arbustivas, las cuales se agrupan en nueve familias botánicas. En términos relativos el 22% de las especies estudiadas pertenecen a la familia de las leguminosas, ubicándose luego las familias piperaceae y sapindaceae con un 18,18% para cada una, individualmente presentan 9% la flacourtiaceae, caesalpinaceae, boraginaceae, sterculiaceae, fabaceae, annonaceae y rhannaceae. Estudios de la misma clase reportan la presencia de éstas familias botánicas en comunidades vegetales con ecología parecida, las cuales demuestran un buen potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles con rumiantes (Virgüez y Chacon (1996); Baldizán *et al.*, 2005). En este sentido, se reconoce que los miembros de esta familia, contribuyen a incrementar la calidad del forraje ingerido por los animales en forma directa (consumo por el animal) e indirecta (nitrógeno para la gramínea acompañante y reciclaje de otros nutrientes como Ca y P, por lo que generan un importante valor agregado a la biomasa presente.

**Cuadro 2.** Identificación de especies vegetales

<b>Nombre vulgar</b>	<b>Nombre científico</b>
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i> L.
Vara de agua	<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.
Tapa culo	<i>Casearia</i> sp.
Caña fistolillo	<i>Senna atomaria</i>
Zapatero negro	<i>Cupania aff. scrobiculata</i> Rich
Cajuaro	<i>Cordia dentata</i> Poir
Pepa de paloma	<i>Allophylus rasemosus</i> Sw
Guacimo cimarron	<i>Guazuma ulmifolia</i> L.
Mahomo blanco	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir) Kunth.
Guanabano cimarron	<i>Annona montana</i> Macfad
Melero blanco	<i>Gouania polygama</i> (Jacq) Urb

### Composición bromatológica y estructural de las especies en estudio de un bosque seco tropical deciduo.

En el cuadro 3 se muestran la composición bromatológica y estructural de los sustratos evaluados. El mayor valor de proteína fue de 23,5% para *Cupania scrobiculata* y el menor 14,03% para *Allophylus racemosus*. Todas las fracciones vegetales estudiadas arrojaron valores de proteína cruda superiores a los valores de una gramínea considerada de alta calidad como la *Brachiaria humidicola*, reportada por Vergara y Araujo (2006), en donde el valor más alto fue de 6,61% y 8,51% en época seca y lluviosa respectivamente. Así mismo lo reporto Combellas (1986) cuando evaluó diez especies de pastos tropicales, naturales e introducidos, arrojando un valor de promedio de 12,7% de proteína cruda en estado juvenil, cifra que sufre un descenso a 7,9% cuando alcanza la madurez; contrario a lo planteado por Barahona y Sánchez (2005) quienes plantean que en condiciones de trópico caluroso, es común observar bajos valores de PC y altos contenidos de FDN.

Baldizan *et al.*, (2005), indican que las especies leñosas suelen duplicar o triplicar los valores de PC de las gramíneas de las sabanas llaneras, la combinación de plantas consumidas por los rumiantes en la época húmeda tienen un mayor valor nutritivo, presentando una mayor proporción de PC en comparación a la estación seca; sin embargo, el valor de PC para la época seca está por encima del rango límite adecuado para la producción de rumiantes y es superior al de las gramíneas locales, así como lo señala en la evaluación de la composición química del follaje de plantas leñosas de un bosque caducifolio con un promedio de 14,25%, reportando también el mismo autor en un bosque seco caducifolio valores entre 4,5 y 33,1%. Los valores de PC pueden variar de acuerdo al ecosistema considerando la fenología general de la planta, señalando registros de 6,1% de PC para leñosas localizadas en sabanas arboladas, 11 a 13% para leñosas deciduas y 7% para leñosas perennifolias. Por otro lado reportes de Fox *et al* (1997) de pastos de buena calidad introducidos por nuestros productores como estrella, guinea, brizantha, decumbens y humidicola que presentan valores promedios de 10% de PC. Lo que muestra que el uso de los bosques para la alimentación de rumiantes es una estrategia de bajos costos económicos y ambientales, que se desarrollan en equilibrio con el medio ambiente y que dependen de un mínimo manejo para suplir los requerimientos de los animales a pastoreo.

Para Ca y P se alcanzaron promedios de 1,32 y 0,24% respectivamente, los valores de Ca oscilan entre 0,64% para *Senna atomaria* y 1,97% para *Gouania polígama*, el P alcanza valores de 0,13% para *Lonchocarpus sericeus* y 0,34% para *Cupania scrobiculata*., Korbut *et al.*, (2009) indican valores promedios de 1,8% y 0,1% en Ca y P respectivamente. Por otro lado, Narváez y Lascano (2000) demuestran que el contenido de minerales puede presentar variaciones de acuerdo a la especie y el estado de madurez que presente la hoja, señalan contenidos de Ca en hojas jóvenes que se sitúan entre 0,22 y 1,0% y los de P entre 0,14 y 0,45%, mientras que en hojas maduras se presentan valores entre 0,44 y 2,5% para Ca y entre 0,13 y 0,21% P. Según lo establecido por McDowell (1997) el nivel crítico de calcio establecido para los rumiantes es de 0,30%. Para Combellas (1986) el requerimiento mínimo de este mineral es de 0,25% que corresponde a vacas secas, y el mayor requerimiento es de 1,48% para becerros.

**Cuadro 3.** Composición bromatológica y estructural de especies vegetales de un bosque seco tropical deciduo de los llanos centrales de Venezuela

Especie vegetal	Cen	Ca	P	PC	Fibra cruda	Grasa cruda	FND	FDA
				%				
<i>Piper aduncum</i>	16,68	1,80	0,22	16,27	11,91	2,08	47,23	32,55
<i>Piper tuberculatum</i>	9,74	1,04	0,28	21,58	16,08	1,38	50,79	29,51
<i>Casearia sp.</i>	5,83	0,71	0,30	18,06	20,57	1,45	48,94	34,01
<i>Cupania aff. scrobiculata.</i>	5,00	0,78	0,34	23,50	37,42	2,03	70,49	49,81
<i>Cordia dentata</i>	11,73	1,12	0,23	14,75	26,03	0,98	67,83	62,94
<i>Piper tuberculatum</i>	10,40	1,02	0,26	20,84	17,44	1,64	52,23	33,55
<i>Allophylus racemosus</i>	12,39	1,80	0,20	14,03	24,32	2,28	49,23	35,24
<i>Senna atomaria</i>	6,36	2,22	0,23	23,42	14,33	4,38	33,93	19,87
<i>Guazuma ulmifolia L.</i>	7,66	1,28	0,25	18,89	19,73	1,58	42,55	26,89
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	10,04	1,66	0,13	17,68	27,15	3,31	43,71	36,79
<i>Piper aduncum</i>	12,86	0,78	0,23	14,46	18,64	3,24	37,91	28,72
<i>Annona montana</i>	8,60	1,61	0,24	15,87	23,38	2,58	47,06	34,52
<i>Gouania polygama</i>	7,26	1,97	0,27	16,43	22,33	1,10	57,66	27,98
Promedio	9,58	1,36	0,24	18,13	21,48	2,15	49,96	34,79

Cen= ceniza, Ca= calcio, P= fósforo, PC= proteína cruda, FND= fibra neutro detergente, FDA: fibra detergente ácida.

### Metabolitos secundarios de las especies en estudio de un bosque seco tropical deciduo.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis correspondientes al tamizaje fitoquímico, los taninos condensados se detectaron en el 90% de las especies, variando desde 0,01% hasta 5,30 %, Aerts *et al*, (1999) reportan que sus características astringentes son más acentuadas en las etapas iniciales del desarrollo vegetativo y pueden disminuir el consumo voluntario e interferir en los procesos de asimilación de las proteínas y los carbohidratos. Por otro lado, las saponinas estuvieron presentes en un 50%, los alcaloides en un 20%, la cumarina en un 10%, mientras que los triterpenos en un 0%. La menor distribución de estos metabolitos se encuentra directamente relacionada a que cada grupo fitoquímico presenta funciones específicas y no generales, en las plantas que los contienen (Kumar, 1992). En cuanto a las saponinas, se encontró una presencia de leve a notable; este metabolito confiere propiedades espumantes, afectando la palatabilidad, además de inhibir los microorganismos ruminales, provocar anorexia, pérdida de peso, gastroenteritis y algunos efectos hemolíticos (García, 2004).

Al analizar las características fitoquímicas de todas las especies, una buena parte de ellas presento saponinas y taninos condensados (50 y 90% respectivamente) mostrando en el caso de las saponinas considerables proporciones de dichos metabolitos. La presencia de los mismos podrían causar efecto negativo en la alimentación animal en las condiciones de pastoreo bajo este sistema.

**Cuadro 4.** Metabolitos secundarios de especies vegetales de un bosque seco tropical deciduo de los llanos centrales de Venezuela

Especie vegetal	Cumarina	Triterpenos	Saponinas	Alcaloides	Taninos condensados
					%
<i>Piper aduncum</i>	++	-	+	-	0.01
<i>Piper tuberculatum</i>	-	-	-	-	4.42
<i>Casearia sp.</i>	-	-	+	-	0.81
<i>Senna atomaria</i> (fruto)	-	-	++	+++	0.01
<i>Cupania aff. scrobiculata.</i>	-	-	+	-	0.48
<i>Cordia dentata</i>	-	-	+	-	0.00
<i>Piper tuberculatum</i>	-	-	-	-	5.30
<i>Allophylus racemosus</i>	-	-	-	-	1.62
<i>Senna atomaria</i> (follaje)	-	-	-	+++	0.01
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	-	-	2.45
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	++	-	+	-	0.05
<i>Piper aduncum</i>	++	-	-	-	0.01
<i>Annona montana</i>	++	-	-	+	0.27
<i>Gouania polygama</i>	-	-	++	-	1.66

Ausencia, + Presencia leve, ++ Presencia notable, +++ Presencia cuantiosa

## CONCLUSIONES

Las especies más apetecibles por los rumiantes en el área bajo estudio pertenecen a las familias piperaceae y sapindaceae (36%) y flacourtiaceae, caesalpinaceae, boraginaceae, sterculiaceae, fabaceae, annonaceae y rhannaceae (82%).

*Cupania aff scrobiculata*, *Piper tuberculatum*, *Senna atomaria* y *Guazuma ulmifolia*. fueron las especies con mayor contenido nutricional.

Las especies estudiadas son una buena fuente alimenticia alternativa para los rumiantes debido a los bajos contenidos de metabolitos secundarios y por presentar altos contenidos nutricionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts RJ, Barry TN, McNabb WC. (1999) Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agric Ecosyst Environ* 75: 1–12
- Alfonso, M., Fernández, L.; González, N. y Avilés, R. 2000. La achira (*Canna edulis* Ker.) y su potencial en el control de plagas. Ponencia XII Forum de Ciencia y Técnica. INIFAT. La Habana, Cuba. 11p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, (AOAC). Official Methods of Analysis. Washington, D.C. EE.UU. 13ª Ed. 324 pp. 1984.
- Baldizán A. y E. Chacón. 2007. Utilización del recurso bosque de los llanos centrales con rumiantes. En Espinoza F. y C. Domínguez (Eds). I Simposio Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Valle de la Pascua, Venezuela. pp. 79 – 109.
- Baldizán, A. y Chacón, E. 2000. Utilización de especies naturales del Bosque seco tropical por pequeños rumiantes a libre pastoreo. III Congreso nacional y Congreso Internacional de ovinos y caprinos. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay.
- Baldizán, A. Virguez, G. Chacón, E. 2005. Agroforestería en Venezuela. Situación Actual Y Perspectivas I Simposio: Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela. pp. 78-82.
- Barahona, R. y Sánchez, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista CORPOICA*. 6 (1):69-82.
- Cecconello G. Benezra, M. y Obispo N. (2003). Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Trop*. 21:2
- Combellas, J. 1986 Alimentación de vacas lecheras en el trópico. Lunaprint de Venezuela, Maracay. pp. 146-160.
- Fox, F. Sniffen, C. O'connor, J. Russell, J. y Van Soest, P. 1997. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70:3578-3596.
- García, D. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27(2): 101-111.
- García, D. Medina, G. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 24 (3): 233–250.
- Korbut, N. Ojeda, A. y Muñoz, D. 2009. Evaluación del perfil bromatológico y de algunos parámetros físicos del follaje de plantas leñosas consumidas por vacunos en silvopastoreo en un bosque seco tropical semideciduo. *Zootecnia Tropical* 27:1.
- Kumar, R. 1992. Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. En Speedy A.W. y P.L. Pugliese (Eds). *Legumes Trees and Other Fodder Trees as Protein Source for Livestock*. FAO Animal Production and Health Paper No. 102. pp. 145-160.
- Mcdowell, L. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3ª ed. Universidad de Florida, Gainesville. 84 pp
- Narváez, N. y Lascano, C. 2000. Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Tropicales*, 26: 4-5.
- Pezo, D. 1991. La producción ganadera en un contexto agroforestal. *El Chasqui*, N°

25. 1-2 pp.

Pizzani, P. Matute, I. De Martino, G. Arias, A, Godoy S. Pereira, L. Palma J. y Rengifo M. 2006. Composición Fitoquímica y Nutricional de Algunos Frutos de Árboles de Interés Forrajero de Los Llanos Centrales de Venezuela. Rev. Fac. Cienc. Vet. 47:2

Vergara, J. y Araujo, O. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachiaria humidicola* (rendle) schweick en el bosque seco tropical. Rev. Científica 16:239

Virgüéz, G. y Chacón, E. 1996. Especies Arbustivas de Potencial Forrajero Utilizables por Caprinos. Algunas Experiencias del Uso en Venezuela. I Curso sobre Manejo Alimentario de Ovinos y Caprinos a Pastoreo. Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de Los Morros, Guárico. Edit: E. Chacón y A. Baldizán. pp. 61-89.

# APLICACIÓN DE TÉCNICAS GEOESTADÍSTICAS Y REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA DELIMITACIÓN DE CLASES DE FERTILIDAD DE SUELOS

Ángel R. Valera Valera<sup>1</sup>, Merly Orta Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas (CIESA-UNERG), San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: angelvalera@unerg.edu.ve <sup>2</sup> Área de Ingeniería de Sistemas (UNERG), San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: morta@unerg.edu.ve

## RESUMEN

La delimitación de áreas homogéneas con fines de manejo de suelos o para el establecimiento de parcelas experimentales requiere del conocimiento de la variación de las propiedades del suelo y la interpretación basada en la dependencia espacial de las variables más relevantes. Con la finalidad de predecir la variación de propiedades y las clases de fertilidad del suelo se combinaron dos técnicas alternativas de análisis espacial y cartografía digital de suelos. La primera técnica corresponde a la aplicación del análisis geoestadístico para la interpolación de propiedades individuales del suelo de naturaleza química y física. La segunda técnica consistió en la aplicación de tecnologías de inteligencia artificial basada en un sistema de clasificación por redes neuronales artificiales, mediante el algoritmo FKCN (red de agrupamiento borroso de Kohonen o *Fuzzy Kohonen Clustering Network*), para la generación de un modelo digital de clases de fertilidad del suelo. En tal sentido, se realizó un muestreo superficial en 110 sitios en terrenos del Campo Experimental "El Rastro", sector El Rastro, municipio Francisco de Miranda estado Guárico (Venezuela). Se analizaron diez variables del suelo: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, fósforo disponible, potasio asimilable, calcio y magnesio disponible, y las cantidades relativas de arena, limo y arcilla. Las variables medidas fueron interpoladas en cada punto de muestreo utilizando *kriging* ordinario y ajustadas mediante semivariogramas teóricos. Se utilizó un método inductivo para la obtención de las clases de fertilidad del suelo, y se obtuvo un modelo de clases de suelo basado en la integración de las variables. La confiabilidad de los mapas individuales de cada variable del suelo se realizó mediante validación cruzada, para corroborar la capacidad predictiva de las variables se aplicó un análisis de varianza, y para la valoración del modelo final se empleó estadística multivariada. El mapa digital de fertilidad indicó que en el área de estudio predominan siete clases de fertilidad, las cuales presentaron una confiabilidad equivalente al 80%, lo que indicó un alto grado de homogeneidad dentro de las clases de suelo delimitadas.

**PALABRAS CLAVE:** FERTILIDAD DEL SUELO; GEOESTADÍSTICA; RED NEURONAL ARTIFICIAL; ALGORITMO FKCN.

## ABSTRACT

The delimitation of homogeneous areas for soil management purposes or for the establishment of experimental plots requires knowledge of the variation of soil properties and interpretation based on the spatial dependence of the most relevant variables. In order to predict the variation of properties and soil fertility classes, two alternative techniques of spatial analysis and digital soil mapping were combined. The first technique corresponds to the application of geostatistical analysis for the interpolation of individual soil properties of a chemical and physical nature. The second technique consisted in the application of artificial intelligence technologies based on a system of classification by artificial neural networks, by means of the algorithm FKCN (*Fuzzy Kohonen Clustering Network*), for the generation of a digital model of classes of soil fertility. In this sense, a superficial sampling was carried out in 110 sites in the "El Rastro" Experimental Field, Francisco de Miranda municipality, Guárico state (Venezuela). Ten soil variables were analyzed: pH, electrical conductivity, organic matter, available phosphorus, assimilable potassium, available calcium and magnesium, and the relative amounts of sand, silt and clay. The measured variables were interpolated at each sampling point using ordinary kriging and adjusted by theoretical semivariograms. An inductive method was used to obtain soil fertility classes, and a soil class model was obtained based on the integration of the variables. The reliability of the individual maps of each soil variable was carried out through cross validation, to verify the predictive capacity of the variables, an analysis of variance was applied, and multivariate statistics were used to assess the final model. The digital map of fertility indicated that seven fertility classes predominate in the study area, which presented a reliability equivalent to 80%, which indicated a high degree of homogeneity within the delimited soil classes.

Keywords: SOIL FERTILITY; GEOSTATISTICS; ARTIFICIAL NEURAL NETWORK; ALGORITHM FKCN

## INTRODUCCIÓN

La fertilidad del suelo es una de las cualidades más importantes del terreno que puede ser afectada en gran medida por su uso y manejo, y es de gran utilidad para el reconocimiento del estado nutricional del suelo y para afinar las recomendaciones de cultivos mediante aplicaciones de nutrientes de fuentes orgánicas e inorgánicas. El conocimiento de la variación espacial de la fertilidad del suelo en los sitios experimentales y como parte de una agricultura de precisión es importante para la definición del establecimiento de parcelas homogéneas, y evitar solapamientos entre los tratamientos y ensayos. La representación manual de las clases de fertilidad del suelo amerita la elaboración de mapas individuales de cada una de las variables, y la posterior superposición de éstos para la definición de límites, lo que implica sesgos y baja precisión en el resultado final. La representación cartográfica de la fertilidad de suelo, facilita la toma de decisiones al momento del establecimiento de parcelas experimentales y ensayos con fines de investigación.

Convencionalmente, la evaluación de la fertilidad se realiza a través del análisis de los resultados de análisis de suelos y las áreas de estudio o experimentales se consideran homogéneas; es decir, no se toma en cuenta la variación espacial de los atributos. Con el tiempo se han implementado algunas técnicas cartográficas, que permiten obtener información básica y confiable de la expresión espacial de las propiedades del suelo. Dentro de estas técnicas, los métodos geoestadísticos juegan un papel importante para la predicción espacial de propiedades del suelo, donde destaca el método de interpolación denominado *kriging* ordinario. Sin embargo, la representación individual de las variables que definen la fertilidad de los suelos no cubre el interés y la necesidad de visualizar el comportamiento de manera conjunta, en un modelo de variación espacial de clases de fertilidad de suelo.

La cartografía digital de suelos (CDS) permite integrar diversos modelos de variación espacial de propiedades individuales del suelo para obtener clases de suelo, con la finalidad de apoyar la toma de decisiones sobre la definición de áreas como base para el manejo de sitio específico y para el impulso de la agricultura de precisión. La aplicación de la CDS a través de la evaluación de la variación espacial de la fertilidad del suelo intenta dividir el continuo suelo en clases, que exhiban una mayor homogeneidad de la combinación de la influencia de las variables consideradas en el análisis de suelos.

En la actualidad existen diversas opciones para apoyar la cartografía digital de ambientes complejos y dinámicos. Dentro de estas se encuentran las técnicas de análisis espacial basadas en inteligencia artificial, tales como la lógica difusa y las redes neuronales artificiales (RNA), las cuales son fundamentales para la clasificación digital de unidades de suelos (Ehsani y Quiel, 2009). Estas técnicas se adaptan adecuadamente al estudio de los atributos del suelo, los cuales varían gradualmente sobre el espacio, donde la representación de esa variación gradual puede resultar en la obtención de información útil y en la disminución de errores en la definición de límites apropiados de unidades edafológicas (Burrough et al. 2000). De esta manera, las RNA intentan construir un modelo matemático que consta de un conjunto de funciones sencillas vinculadas por sus pesos, mientras que los métodos de clasificación difusa tienen la capacidad de modelar la variación continua del suelo

de acuerdo con los valores de una función de pertenencia. La combinación de la potencialidad de los conjuntos difusos y las RNA ha desarrollado una técnica integral de clasificación no supervisada denominada red de agrupamiento difuso de Kohonen o *Fuzzy Kohonen Clustering Network* (FKCN) (Lin y Lee, 1996; Bezdeck *et al.*, 1992), que conjuga un algoritmo de mapas autoorganizados o *self organizing map* (SOM) (Kohonen, 1982) y el algoritmo *Fuzzy C-means* (FCM) (Bezdeck, 1981).

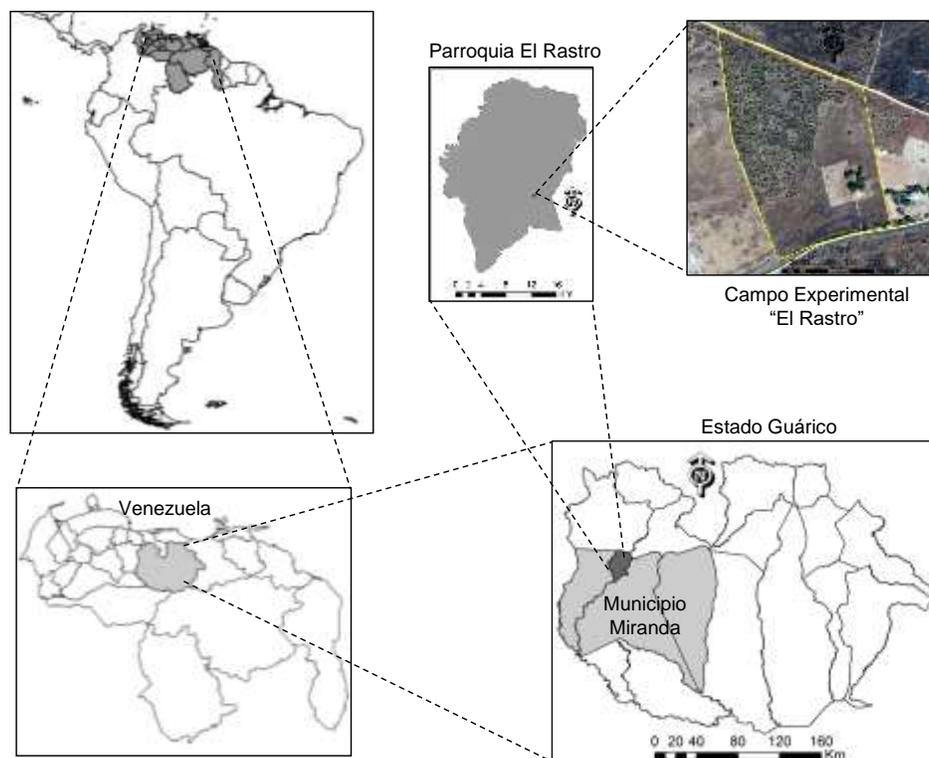
Son escasos los trabajos de investigación realizados en el ámbito de la Ciencia del Suelo que toman en cuenta la combinación de la variación continua de propiedades individuales para expresarlas como categorías de fertilidad de suelo. Al respecto, la aplicación de las redes neuronales - difusas - como parte de las tecnologías de inteligencia artificial - ha dado un gran impulso a la CDS tanto en la predicción de propiedades como en la obtención de clases de suelo. En Venezuela, las tecnologías de inteligencia artificial se han aplicado en el área de clasificación de paisajes y predicción de atributos del suelo (Viloria, 2007), en cartografía digital geomorfológica (Valera y Viloria, 2009), Valera *et al.* (2010), Núñez (2011), Viloria *et al* (2012), Valera (2012), Sevilla (2014) y Viloria *et al* (2016), en la predicción de propiedades y clases locales de suelo (Valera, 2015; Valera, 2018) y en el estudio de las relaciones suelo y rendimiento del cultivo de banano (Rey *et al.*, 2015).

En este trabajo se presenta un estudio de CDS para la delimitación de clases de fertilidad, a través de la predicción de propiedades químicas y físicas del suelo obtenidas en los análisis de laboratorio y su posterior agrupamiento. Para evaluar el comportamiento espacial de las clases de fertilidad de los suelos, se consideró el Campo Experimental “El Rastro” de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos”, ubicado en la carretera nacional vía Guardatinajas sector El Rastro, parroquia El Rastro del municipio autónomo Francisco de Miranda, estado Guárico (Venezuela). El propósito fundamental de la investigación fue la predicción espacial de clases de fertilidad del suelo a través de redes neuronales artificiales y las técnicas geoestadísticas, como base para la generación de información básica requerida para el desarrollo de ensayos y pruebas experimentales, que permitan una visión espacial del estado de la fertilidad, y una mejor interpretación de los resultados de los diferentes tratamientos, ensayos agronómicos, manejo de suelos, así como futuras investigaciones de campo y evaluaciones con fines experimentales a desarrollar en el sector estudiado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

La zona de estudio donde se llevó a cabo el ensayo de cartografía digital del suelo se encuentra ubicada en terrenos del Campo Experimental “El Rastro” de la Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, ubicada en el Sector El Rastro, carretera nacional vía Guardatinajas, parroquia El Rastro del municipio Francisco de Miranda, Estado Guárico, Venezuela (Figura 1). La unidad de estudio se encuentra enmarcada en una planicie subreciente, con pendiente de 2 a 4%. Los suelos en esta área fueron formados de materiales geológicos del cuaternario, con un incipiente desarrollo pedogenético, y son de baja a moderada fertilidad.



**Figura 1.** Ubicación relativa del Campo Experimental “El Rastro” en el municipio Miranda, estado Guárico, Venezuela.

### Muestreo de suelos

Para la evaluación de los suelos se realizó un muestreo sistemático en el horizonte superficial a 20 cm de profundidad, en cuadrículas espaciadas a 20 m, para un total de 110 muestras de suelos en una superficie de 4,85 ha (Figura 2). Cada punto de muestreo fue georreferenciado con apoyo de un sistema de posicionamiento global (GPS). A las muestras superficiales se les realizó un diagnóstico con fines de fertilidad, utilizando las metodologías del Laboratorio de análisis de suelos del Centro de Investigación en Suelos y Aguas de la Universidad Rómulo Gallegos (CIESA-UNERG). Se analizaron diez variables de suelo: pH en agua (1:2,5), conductividad eléctrica en agua 1:5 (CE,  $\text{dSm}^{-1}$ ), materia orgánica (MO, %), fósforo disponible (P,  $\text{mgkg}^{-1}$ ), potasio asimilable (K,  $\text{mgkg}^{-1}$ ), calcio (Ca,  $\text{mgkg}^{-1}$ ) y magnesio disponible (Mg,  $\text{mgkg}^{-1}$ ), y las cantidades relativas de arena, limo y arcilla (%).

### Análisis estadístico

Los datos de las variables edáficas se sometieron a un análisis exploratorio (AED) con apoyo del programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015), con el propósito de determinar los estadísticos descriptivos, tales como: media, mediana, varianza, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos, y los índices de asimetría y curtosis. Se utilizó la metodología de cercas externas e internas de Tukey (1977), con el fin de detectar la presencia de valores atípicos. Adicionalmente se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar la distribución de los datos.



**Figura 2.** Distribución de los sitios de muestreo de suelos en el Campo Experimental “El Rastro”.

### Interpolación de las propiedades del suelo

Para la interpolación de las propiedades del suelo se utilizó el método geoestadístico *kriging* ordinario, el cual utiliza un modelo de semivariograma para la obtención de los pesos que se asignan a cada punto de referencia empleado en la estimación del valor de las variables regionalizadas que presentan dependencia espacial. El semivariograma es definido por la función de la semivarianza [ $\gamma(h)$ ], la cual se estima con la siguiente expresión (Upchurch y Edmonds, 1991; Ovalles, 1992):

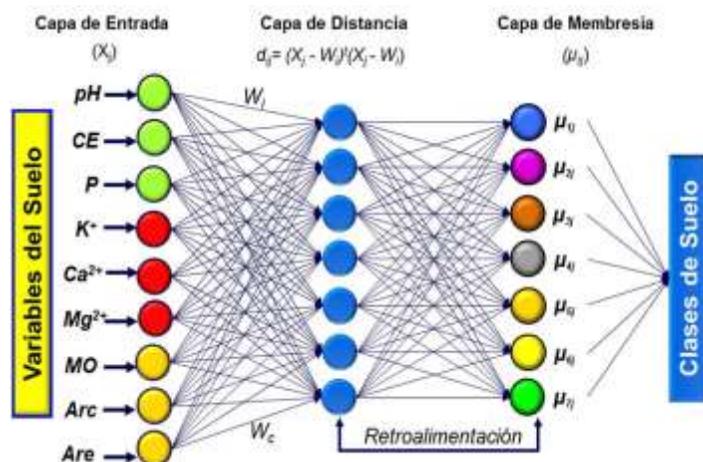
$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N(h)} [z(x_i) - z(x_{i+h})]^2 \quad \dots(1)$$

donde  $N$  es el número de pares de puntos separados por una determinada distancia  $h$ ;  $z(x_i)$  es el valor de la variable en una localidad  $x$ ;  $z(x_{i+h})$  es el valor que toma la variable en otra localidad ubicada a una distancia  $h$  de  $x$  (Ovalles y Rey, 1994). El semivariograma contiene la información referente a la variable regionalizada, cuyos parámetros son: la varianza *nugget* ( $C_0$ ), la varianza estructural ( $C_1$ ), el umbral ( $C_0+C_1$ ) y el alcance ( $A_1$ ), que indica la distancia dentro de la cual existe dependencia espacial [Burrough, 1986; Grunwald *et al.*, 2007). La estimación de los semivariogramas empíricos de las propiedades del suelo, y el ajuste a modelos matemáticos se realizó con el programa *Vesper 1.6* (Minasny *et al.*, 2002). Con los parámetros ajustados se obtuvieron los estimados óptimos de las variables edáficas en los sitios no muestreados, a través de la interpolación con el método *kriging* ordinario (Webster y Oliver, 1990). Los modelos de las variables del suelo fueron generados con el total de

los datos y la exactitud de los mapas se verificó mediante validaciones cruzadas. En la evaluación se utilizaron tres índices: el error cuadrático medio (ECM), el error medio (EM) y el error medio absoluto (EMA). El ECM evalúa la precisión de la predicción y mide la cantidad de error que hay entre dos conjuntos de datos, es decir, compara un valor predicho y un valor observado o conocido; el EM evalúa el error sistemático e indica la presencia de subestimación o sobrestimación del modelo, y el EMA garantiza que el resultado del error sea estrictamente positivo.

### Modelo digital de clases de fertilidad del suelo

Para la obtención de los modelos representativos de las clases de fertilidad del suelo se utilizó el algoritmo neuro-difuso FKCN implementado en ambiente Java (Windows) por Vilorio (2007). La arquitectura de la red neuronal FKCN utilizada en el análisis consta de tres capas (Figura 3). La capa de entrada contiene los valores normalizados de nueve (9) variables edáficas procedentes de los modelos de predicción de variables del suelo. La capa de distancias incluye las neuronas equivalentes al número preestablecido de clases digitales de suelo y la tercera capa calcula la función de pertenencia de cada celda a cada una de las clases de suelo, basada en las distancias calculadas en la capa anterior y los valores preestablecidos del coeficiente difuso ( $f$ ). En la capa de distancia se calcula la separación  $d_{ij}$  existente entre un patrón de entrada  $X_j$  y el peso del nodo  $w_i$ , con  $i = 1, 2, \dots, c$ , donde  $c$  representa el número de clases del modelo a estimar. Posteriormente, la capa de membresía grafica las distancias  $d_{ij}$  en valores de membresía  $U_{ij}$ , donde  $U_{ij}$  representa el grado de pertenencia de un patrón de entrada  $X_j$  a una clase  $c$ . Se debe tener en cuenta que a lo largo del proceso de aprendizaje ocurre una retroalimentación de la capa de funciones de pertenencia a la capa de distancia, con la finalidad de ajustar los centros de clase. Las variables del suelo fueron agrupadas en una matriz de datos para la aplicación del sistema FKCN, lo que permitió evaluar el agrupamiento de píxeles con diversos números de clases (2 a 8) y diferentes coeficientes difusos ( $f = 1, 1$  a  $1, 6$ ). A las clases de fertilidad obtenidas se les asignó el significado edafológico a través de la interpretación de su distribución espacial, las descripciones de los centroides de clases, y las matrices de los valores de similitud obtenidos mediante el algoritmo FKCN, conjuntamente con la información de los análisis de los suelos de la zona.



**Figura 3.** Estructura de la red neuronal difusa empleada en la predicción de clases de suelo.

## Número de clases de fertilidad del suelo

Para la obtención del mejor modelo de clases difusas se empleó un enfoque inductivo, basado en el procedimiento de Odeh *et al.* (1992), el cual relaciona el índice de rendimiento difuso (FPI, *Fuzziness Performance Index*) y la entropía de partición modificada (MPE, *modified partition entropy*) con el número de clases. Estos parámetros se obtienen utilizando el algoritmo *Fuzzy c-Means* (FCM) (Bezdek 1981; Bezdek *et al.* 1984) del programa *Fuzme 3.5* (Minasny y McBratney 2002). La selección del número óptimo de clases en FCM se realizó por repetición de la clasificación para un rango de número de clases. En cada agrupamiento obtenido se generan dos parámetros de clasificación, tales como el FPI y la entropía de partición modificada (MPE, *modified partition entropy*). El FPI estima el grado de borrosidad generada por cada número específico de clases. Matemáticamente, se define como:

$$FPI = 1 - [(cF - 1)/(c - 1)] \quad \dots(2)$$

donde  $c$  es el número de clases y  $F$  es el coeficiente de partición calculado como:

$$F = (1/n) \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\mu_{ik})^2 \quad \dots(3)$$

$F$  es conceptualmente comparable a la relación del conjunto de varianzas dentro de las clases y la varianza entre clases y es cercana a 1 para los agrupamientos más significativos. En el presente estudio, el agrupamiento de mapas de propiedades del suelo en formato *raster* se realizó estableciendo previamente los siguientes parámetros: a) número de clases ( $c= 6$  a  $12$ ), b) exponente difuso  $\phi= 1,1$  a  $1,6$  con incrementos de  $0,1$ ; c) un máximo de 300 iteraciones, y d) criterio de detención ( $\epsilon= 0,0001$ ). En los cálculos se utilizó la distancia métrica de *Mahalanobis*, la cual toma en consideración la correlación encontrada entre algunas variables del suelo de la zona estudiada.

### Evaluación de la capacidad predictiva de las clases de fertilidad del suelo

Para evaluar la capacidad predictiva de las clases obtenidas mediante el agrupamiento difuso, se realizó un análisis de varianza de un factor, mediante el complemento de la varianza relativa ( $1-rv$ ) (Beckett y Burrough, 1971), a fin de verificar el efecto de las propiedades edáficas en la diferenciación de las clases de fertilidad de suelos en el sector estudiado. Este índice es análogo al coeficiente de determinación y expresa la proporción de la varianza que puede ser atribuida a la clasificación. Bajo este criterio, para que una clasificación sea meritoria, la varianza intraclases promedio debería ser menor que la varianza total (Webster y Oliver, 1990). Finalmente se realizó la validación del modelo final con los casos originales agrupados, empleando la *Distancia de Mahalanobis* ( $d^2$ ) como estadístico descriptivo multivariado, derivado del análisis discriminante canónico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis estadístico

Los estadísticos descriptivos indicaron que los valores promedios de los suelos corresponden a grupos texturales franco-arenosos, con reacciones que oscilan de moderada a fuertemente ácida, con bajos contenidos de fósforo y moderados a altos contenidos de Potasio, alta disponibilidad de Calcio y Magnesio, bajos a medianos contenidos de materia orgánica y no presentan problemas de salinidad (Cuadro 1).

Variable <sup>1</sup>	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Curtosis	Asimetría	DE	Varianza	CV (%)
pH (1:2,5)	4,2	6,0	5,1	5,1	-0,28	0,08	0,4	0,1	7,4
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,008	0,018	0,012	0,011	0,84	1,26	0,003	0,000	23,1
P (mg kg <sup>-1</sup> )	1,0	17,0	6,3	5,0	1,75	1,52	4,1	17,0	65,6
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	2,0	196,0	86,2	89,5	-0,82	0,15	51,0	2.601,0	59,1
Ca <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	80	420	227,5	220,0	0,55	0,80	76,5	5.855,8	33,6
Mg <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	3,0	441,0	115,9	77,5	1,37	1,31	105,9	11.204,6	91,3
MO (%)	0,4	2,5	1,1	1,2	1,48	0,55	0,4	0,2	34,4
Arcilla (%)	9,6	24,9	17,0	17,3	-0,30	-0,01	3,3	10,6	19,1
Arena (%)	59,8	73,1	67,9	67,8	0,12	0,08	2,7	7,3	4,0
Limo (%)	9,3	23,3	15,1	14,6	-0,11	0,57	2,9	8,4	19,1

<sup>1</sup>Número de datos: 110, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, CE: Conductividad eléctrica, P: Fósforo disponible, K: Potasio asimilable, Ca: Calcio disponible, Mg: Magnesio disponible, MO: Materia orgánica.

**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos de las variables de fertilidad del suelo del Campo experimental.

La mayoría de las variables presentan cierta similitud entre la media y la mediana, a excepción de las variables P, K, Ca y Mg. A su vez, la mayor dispersión de los datos la presentan las mismas variables, debido a la expresión de la desviación estándar y la varianza, sin embargo los coeficientes de variación de las variables en conjunto, no presentan problemas en cuanto a la existencia de valores extremos de los datos.

De acuerdo con el coeficiente de sesgo o asimetría las variables pH, K, % arcilla y % arena, cumplen con la función de distribución de probabilidad normal, se pueden aplicar métodos geoestadísticos a los datos. Sin embargo, para el %MO y Ca es necesario realizar una transformación de datos (normalización) de tipo raíz cuadrada; y para P, Mg y CE, es necesario hacer una transformación de tipo logarítmico para la posterior aplicación de algún método geoestadístico a los datos.

La aplicación de la prueba de cercas externas e internas indicó que las variables consideradas no presentan valores atípicos. En cuanto a la prueba de normalidad, las variables K y MO, proceden de poblaciones normales, ya que los valores de la prueba estadística son altamente significativos ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 2). Sin embargo, para el resto de los datos fue necesario realizar la transformación de datos.

**Cuadro 2.** Prueba de normalidad del conjunto de datos de suelo del Campo Experimental “El Rastro”.

Variable	Estadístico	gl	Sig. <sup>1</sup>
pH (1:2,5)	0,095	110	0,016
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,225	110	0,000
P (mg kg <sup>-1</sup> )	0,194	110	0,000
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	0,078	110	0,097
Ca <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	0,126	110	0,000
Mg <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	0,158	110	0,000
MO (%)	0,070	110	0,200
Arcilla (%)	0,100	110	0,009
Arena (%)	0,139	110	0,000
Limo (%)	0,155	110	0,000

<sup>1</sup>Nivel significación  $\alpha = 0,05$ ; gl: Grados de libertad; n= 110.

### Interpolación de propiedades del suelo

La estimación de los semivariogramas empíricos de las variables del suelo, fueron ajustados a modelos matemáticos gaussianos, esféricos y exponenciales, respectivamente (Figura 4), considerando el comportamiento isotrópico de las variables. Debido a que el contenido de limo se obtiene por diferencia de las cantidades de arena y arcilla existen altas correlaciones entre las variables granulométricas, por lo que dicho atributo no se utilizó en los análisis posteriores, a fin de evitar la obtención de una matriz mal condicionada que pudiera interferir en la interpretación de los resultados. Los parámetros geoestadísticos derivados del ajuste de los semivariogramas a diferentes modelos teóricos, se expresan en el Cuadro 3, y los modelos de cada variable se presentan en la Figura 5.

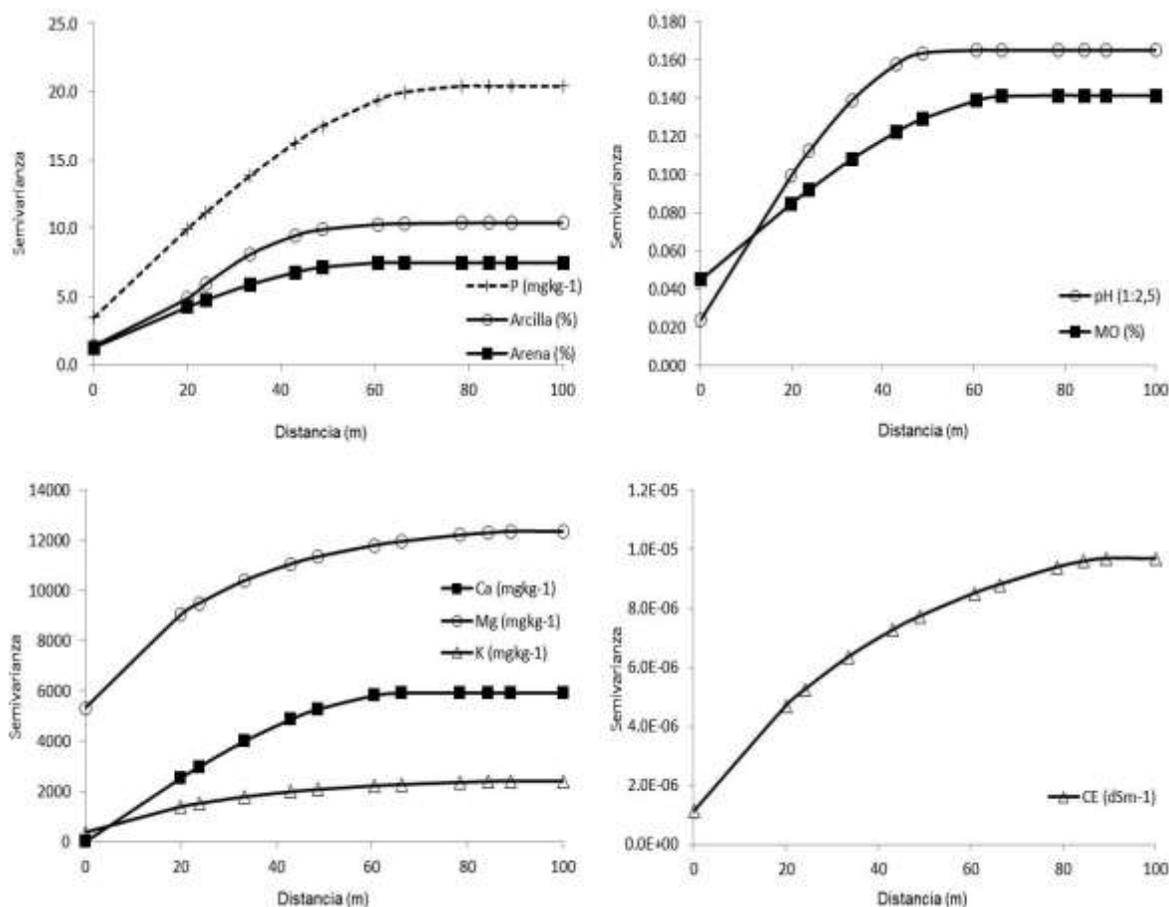


Figura 4. Semivariogramas de las variables de suelo en el Campo Experimental “El Rastro”.

Cuadro 3. Parámetros geoestadísticos de los semivariogramas compuestos de las propiedades del suelo.

Variables	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	ERCM	CIA	NR (%)
pH (1:2,5)	Esférico	0,02	0,1	53,3	0,17	0,01	75	14,4
CE (dS m <sup>-1</sup> )	Esférico	1,1E-06	1,0E-05	45,1	0,00	9,4E-07	248	10,1
P (mg kg <sup>-1</sup> )	Esférico	3,45	17,0	76,3	20,40	0,68	21	16,9
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exponencial	387	2.173	31,7	2.560	42,10	104	15,1
Ca <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	Esférico	0,00	5.934	68,0	5.934	148	129	0,0
Mg <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exponencial	5.344	7.354	28,5	12.698	570	156	42,1
MO (%)	Esférico	0,04	0,1	70,4	0,14	0,01	66	31,7
Arcilla (%)	Gaussiano	1,37	9,0	28,5	10,4	0,61	19	13,2
Arena (%)	Esférico	1,26	6,2	60,6	7,5	0,37	9	16,9

C<sub>0</sub>: Varianza *nugget*, C<sub>1</sub>: Varianza estructural, C<sub>0</sub> + C<sub>1</sub>: Umbral, A<sub>1</sub>: Alcance, CIA: Criterio de información de Akaike, ERCM: error de la raíz cuadrada de la media, NR: *Nugget* relativo ((C<sub>0</sub>/C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>)\*100).

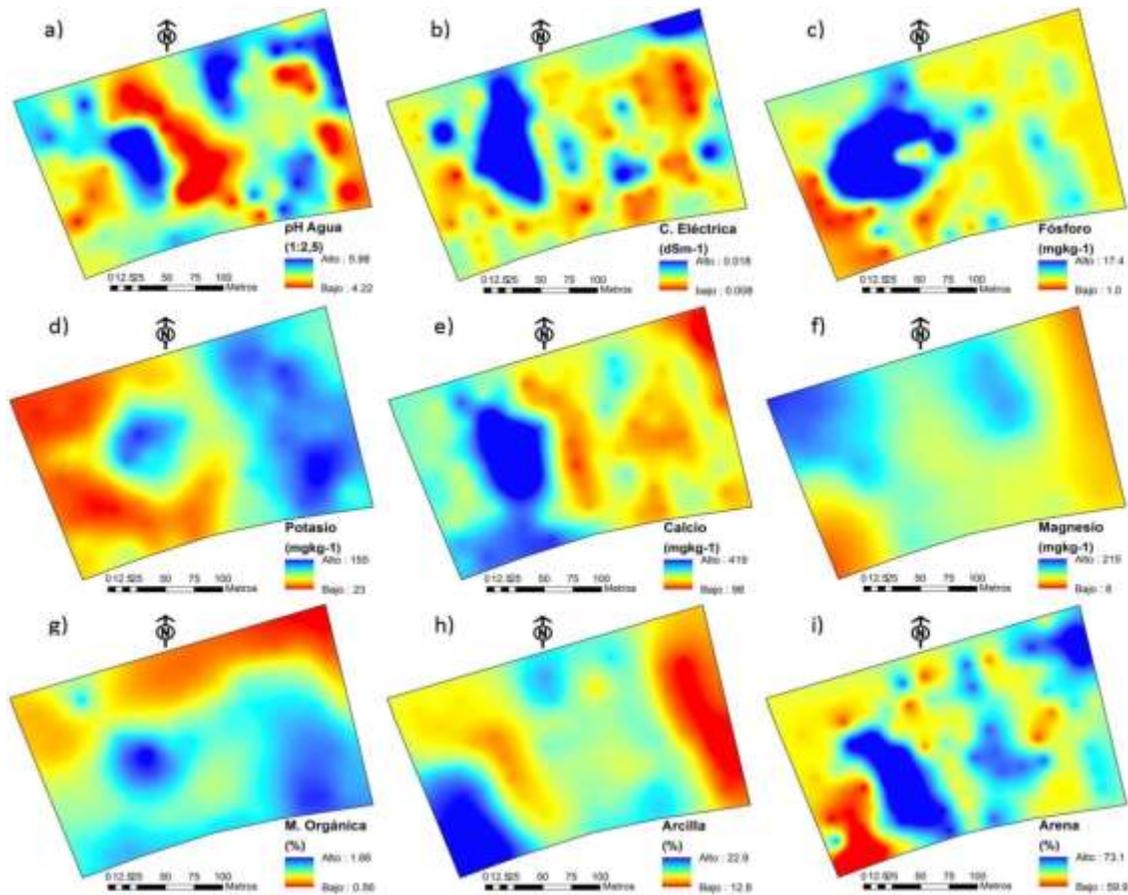


Figura 5. Mapas de modelos de variables del suelo en el Campo experimental “El Rastro”

### Evaluación de la confiabilidad de los modelos de predicción

Los resultados de las validaciones de las variables del suelo se indican en el Cuadro 4, donde se observan los bajos valores de los errores de predicción, los cuales son muy cercanos a cero para los índices ECM, EM y EMA.

Cuadro 4. Error de predicción de las variables del suelo mediante validaciones cruzadas.

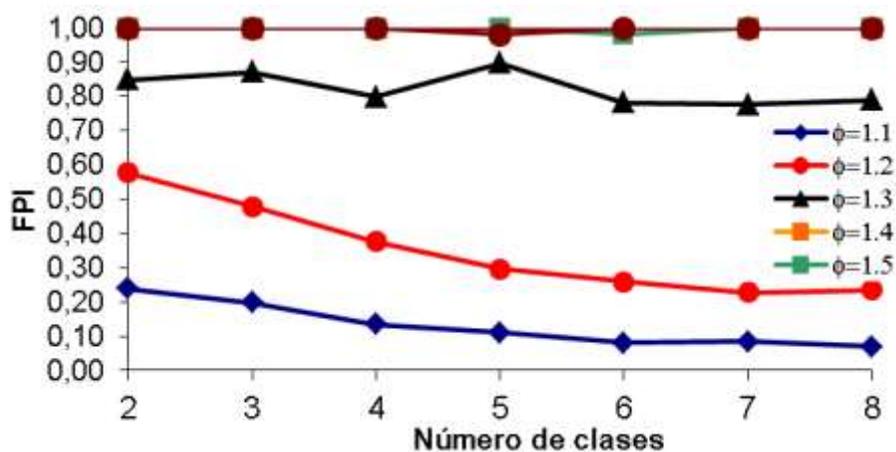
Variables	Índice		
	ECM	EM	EMA
pH agua (1:2,5)	0,33	0,00	0,26
CE agua (dS m <sup>-1</sup> )	2,25E-03	-1,19E-05	1,84E-03
P (mg kg <sup>-1</sup> )	3,15	0,07	2,23
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	39,52	0,35	32,34
Ca <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	49,40	0,66	40,86
Mg <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	102,33	1,63	77,63
MO (%)	0,31	0,00	0,21
Arcilla (%)	2,335	0,003	1,853
Arena (%)	2,108	0,045	1,693

La mayor incertidumbre la presentaron las variables K, Ca y Mg, las cuales presentaron una mayor varianza y coeficientes de variación más altos que el resto de los atributos y por tanto valores de ECM y EMA algo elevados. Este último índice indica que existe una ligera sobreestimación en los valores de K, Ca y Mg. Para todos los casos evaluados los valores de ECM y EMA son inferiores a la *desviación estándar*, lo que significa que pueden ser considerados bajos y por tanto son adecuados para la evaluación de modelos de predicción (Marcheti *et al.*, 2010).

Generación del modelo digital de clases de fertilidad del suelo

### Número de clases de fertilidad del suelo

La representación de la variación del índice de rendimiento difuso (FPI) en función del número de clases para diferentes coeficientes difusos, se señala en la Figura 6.



**Figura 6.** Variación del índice de rendimiento difuso (FPI) en función del número de clases de suelo.

En el esquema se visualiza que el número de clases de suelo más adecuado se obtuvo con 7 clases, combinado con un  $f$  de 1.2. El valor del FPI de 0,30 señala el punto de intersección en la cual existe una minimización del grado de borrosidad, que determinó el número óptimo de clases, caracterizadas por ser menos difusas y menos desorganizadas internamente para el conjunto de variables relacionadas con la fertilidad del suelo.

Los resultados de los valores de los centros de cada clase de fertilidad (centroides) se indican en el Cuadro 5. Esto permitió extraer los siguientes argumentos: La clase 1 incluye suelos caracterizados por los elevados contenidos de arena, aunque también poseen los pH más elevados, y por consiguiente los mayores valores de Calcio y Fósforo disponible. La clase 2 incluye los suelos con reacciones moderadamente ácidas y con valores promedio en la mayoría de los componentes químicos que la caracterizan. La clase 3 agrupa los suelos de textura franco arcillo-arenosa con contenidos de arcilla superiores al 20%, además presentan los contenidos más bajos de Magnesio y de Fósforo disponible. La clase 4 agrupa suelos con los contenidos más elevados de Magnesio y los más bajos niveles de Potasio asimilable, lo cual implica una relación con desbalance nutricional. La clase 5 involucra a los suelos

con menor contenido de materia orgánica y los más bajos contenidos de Calcio disponible. La clase 6 se caracteriza por agrupar los suelos con los pH más ácidos del sector (reacción fuertemente ácida), y a clase 7 corresponde a los suelos con los mayores niveles de Potasio asimilable y materia orgánica, y los menores contenidos de arcilla.

**Cuadro 5.** Centroides de las clases de fertilidad del suelo obtenidas con el algoritmo FKCN.

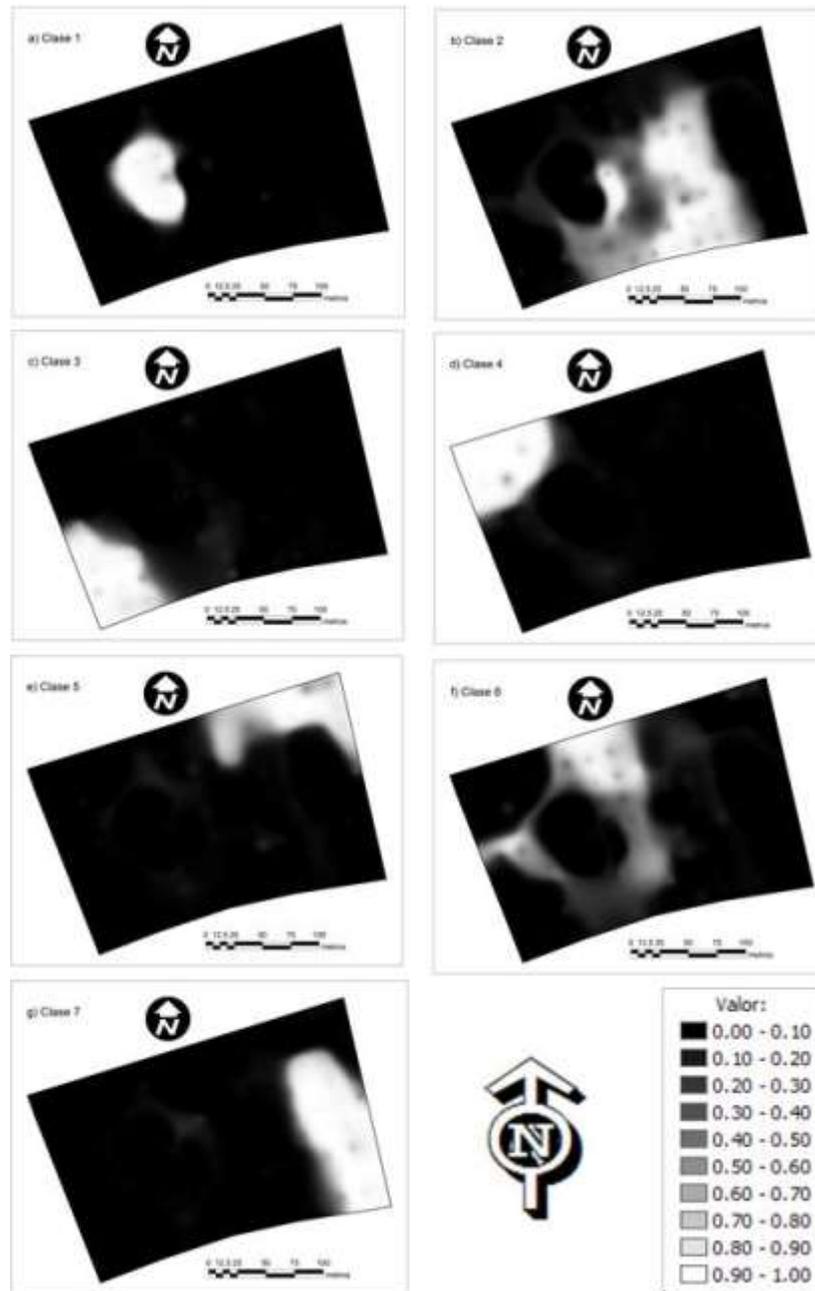
Variable del Suelo	Clase de Fertilidad del Suelo						
	1	2	3	4	5	6	7
pH agua (1:2,5)	5.40	5.11	4.99	5.17	5.38	4.91	4.98
CE agua (dS m <sup>-1</sup> )	0.016	0.011	0.011	0.012	0.012	0.012	0.011
P (mg kg <sup>-1</sup> )	14	5	4	6	5	7	5
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	100	89	50	35	107	65	123
Ca <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	360	219	267	248	174	212	188
Mg <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	134	119	71	175	99	129	91
MO (%)	1.29	1.28	1.19	0.94	0.68	0.88	1.31
Arcilla (%)	15.7	17.7	20.7	16.5	16.1	17.9	14.7
Arena (%)	70.5	68.5	65.2	66.6	69.0	67.1	67.7

CE: Conductividad eléctrica, P: Fósforo disponible, K: Potasio asimilable, Ca: Calcio disponible, Mg: Magnesio disponible, MO: Materia orgánica.

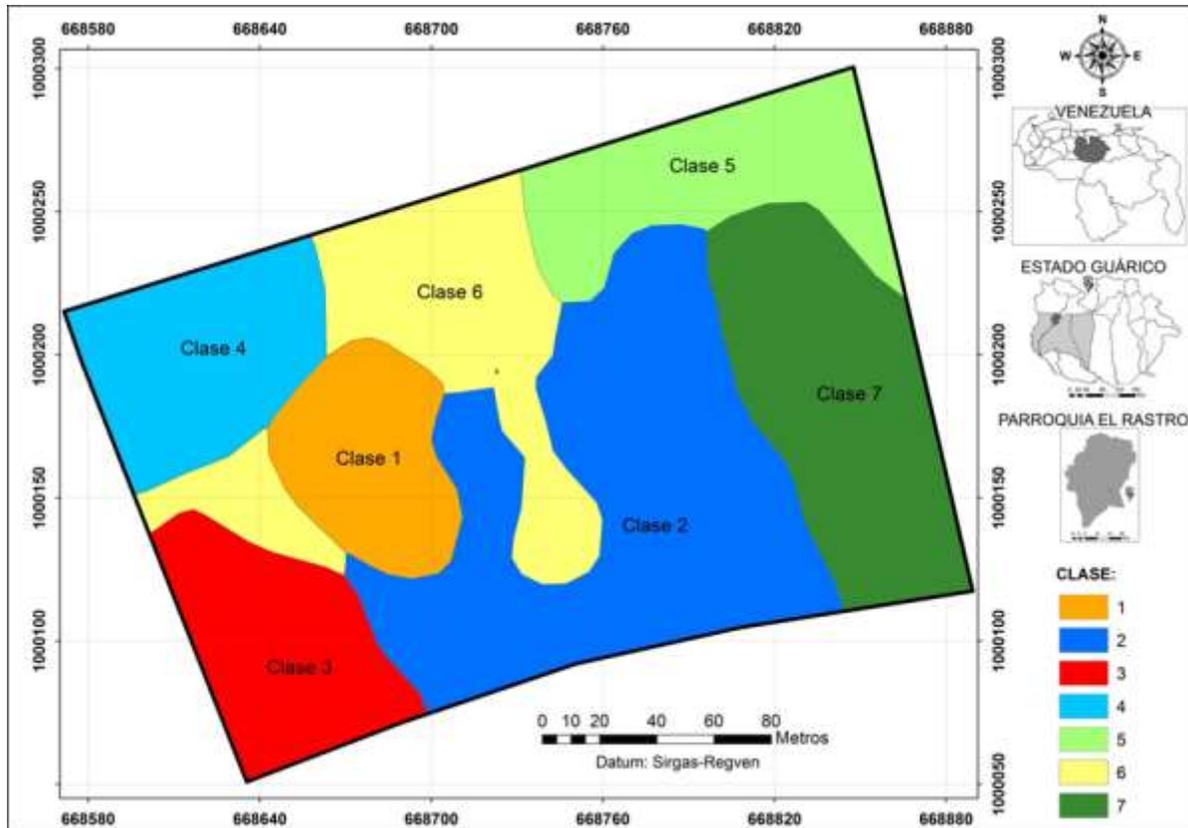
La aplicación del algoritmo FKCN también generó los valores de grados de pertenencia de cada celda (píxel) a cada una de las clases de fertilidad del suelo. La clasificación produjo vectores de valores de membresía para cada celda del modelo correspondiente a cada clase de fertilidad. Estos valores fueron representados espacialmente produciendo mapas individuales de los miembros de las clases, las cuales reflejan la variación espacial de los grados de pertenencia entre 0 (colores oscuros) y 1 (colores claros), a través de mapas en formato raster expresados en la Figura 7.

La combinación de los modelos de distribución espacial de los valores de membresía produjo el mapa unificado de la variación de clases de fertilidad de los suelos (Figura 8).

Para producir este mapa el algoritmo FKCN transformó las clases neurodifusas a unidades discretas, por lo que cada celda del modelo fue asignada a la clase con el valor más alto de membresía. El modelo final corroboró la distribución de las clases de fertilidad de los suelos, donde los patrones de variación espacial permitieron discriminar la dominancia de suelos franco-arenosos en los sectores Nor-este, y una mayor predominancia de arcillas en la región Sur-oeste, lo cual está relacionado con los procesos de distribución granulométrica, donde las partículas más finas se acumulan en las regiones más bajas del sector. El modelo final también permitió visualizar la expresión de los límites definidos por las clases dominantes en la capa superficial de los suelos. Estos límites facilitan la toma de decisiones para el manejo de suelos y para el establecimiento de parcelas experimentales, y posibilitan las opciones para las posibles explicaciones relacionadas con el estudio de la fertilidad de los suelos y el establecimiento de cultivos con fines experimentales y de investigación en el área de estudio.



**Figura 7.** Mapas de valores de la función de pertenencia a cada una de las clases de fertilidad del suelo.



**Figura 8.** Modelo de distribución de clases de fertilidad del suelo del Campo Experimental “El Rastro”.

En cuanto a la superficie de las unidades de suelo: la clase 1 ocupa el 8,1% del sector evaluado, la clase 2 ocupa una superficie de 28,6%, la clase 3 representan el 10,1 de la zona estudiada, la clase 4 corresponde al 10,6 de la zona de estudio, la clase 5 se corresponde con el 11,2% del área experimental, la clase 6 abarca el 15,3% del campo experimental en consideración, y la clase 7 ocupa el 16,1% de la zona estudiada.

### **Evaluación de la capacidad predictiva del modelo digital de clases de fertilidad del suelo**

El análisis de varianza para la clasificación de un factor permitió la obtención de la varianza de las variables del suelo por efecto de las clases difusas y el complemento de la varianza relativa, lo cual se observa en el Cuadro 6. Los resultados indican que en todas las situaciones descritas la varianza intraclases ( $S^2_w$ ) promedio presenta valores menores que la varianza total ( $S^2_T$ ), lo cual es un indicativo de que las clasificaciones realizadas son altamente meritorias para las variables consideradas. De acuerdo con los resultados del complemento de la varianza relativa (1-VR), la proporción de la varianza que puede ser atribuida a la clasificación difusa está por encima del 87% en promedio. Esto indica que existe un alto grado de homogeneidad dentro de las clases de suelo, lo que garantiza que las predicciones que puedan ser realizadas a partir de éstas variables sean bastante precisas.

**Cuadro 6.** Promedio de la muestra, varianza total, varianza intraclase y complemento de la varianza relativa para las propiedades del suelo.

Propiedad	Promedio	S <sup>2</sup> <sub>T</sub>	S <sup>2</sup> <sub>w</sub>	1-VR
pH agua (1:2,5)	5,10	0,896	0,106	0,884
CE agua (dS m <sup>-1</sup> )	1,2E-02	5,8E-05	4,4E-06	0,933
P (mg kg <sup>-1</sup> )	6,3	158,7	9,23	0,777
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	86,2	16.399	1.908	0,927
Ca <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	227,5	51.212	3.413	0,962
Mg <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	115,9	44.181	9.858	0,940
MO (%)	1,13	1,253	0,091	0,944
Arcilla (%)	17,0	118,5	4,54	0,884
Arena (%)	67,9	67,2	4,06	0,933

S<sup>2</sup><sub>T</sub>: Varianza total, S<sup>2</sup><sub>w</sub>: varianza intraclase, 1-VR: Complemento de la varianza relativa

En cuanto a la valoración de la capacidad predictiva de las clases de suelo con estadísticos multivariados, los resultados de la clasificación realizada se señalan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Resultados** de la clasificación basada en los tamaños de las clases de fertilidad de suelo neurodifusas.

Clases	Clasificación (%) <sup>1</sup>	Error (%)
7	80,1	19,9

<sup>1</sup> Clasificados correctamente según los casos agrupados originales

La distancia de Mahalanobis ( $D^2$ ) para los datos originales, arrojó valores superiores al 85%, con una incertidumbre inferior al 15%. Es decir, el proceso de validación del modelo de clases de fertilidad del suelo indicó que el 80,1% de los casos originales fueron clasificados correctamente. El mayor grado de incertidumbre está dado por las clases 2 y 6, con errores de 20% cada una, cuyas confusiones ocurren debido a que son clases vecinas, tal como se visualiza en el modelo final (Figura 8). Los resultados de la validación del enfoque FKCN demostraron que es una alternativa para la generación de clases de fertilidad del suelo. Estos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos por Zhu *et al.* (2008) y McKay *et al.* (2010) quienes aplicaron un sistema de inferencia de suelos para la predicción de tipos de suelo a nivel de subgrupos y serie de suelos. Estas investigaciones expresaron una confiabilidad de 76 y 73,7% respectivamente, para los mapas de suelo obtenidos con limitaciones de datos.

## CONCLUSIONES

Los mapas de las variables analizadas demostraron que existen cambios graduales del suelo con respecto a los atributos que mostraron dependencia espacial, cuyas variaciones deben ser consideradas porque pueden afectar la confiabilidad de los estudios, evaluaciones o ensayos con fines de investigación.

El área evaluada no es internamente homogénea, debido posiblemente a la influencia del manejo de suelo y las prácticas agronómicas realizadas en la zona. Esta variabilidad hay que tenerla presente para evitar un efecto diferencial en los cultivos.

La evaluación del modelo digital neurodifuso indicó que la predicción espacial de clases de fertilidad de suelo se corresponde con lo esperado en el sector estudiado, ya que la confiabilidad fue equivalente al 80%.

La combinación de las redes neuronales difusas y las técnicas geoestadísticas proporcionaron una alternativa que puede contribuir a mejorar la toma de decisiones para la ubicación de parcelas experimentales y realizar investigaciones locales de gran importancia, al generar predicciones de propiedades y clases de fertilidad del suelo con adecuada exactitud, capaz de capturar la variación continua de los suelos en el sector estudiado.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos” (CIESA-UNERG).

## REFERENCIAS

- Beckett, P.H.T., Burrough. P.A. 1971. The relation between cost and utility in soil survey. IV. Comparison of the utilities of soil maps produced by different survey procedures, and to different scales. *J. Soil Sci.* 22: 466-480.
- Bezdek J.C. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum Press, New York. 256 p.
- Bezdek J.C., R. Ehrlich, Full. W. 1984. FCM: the fuzzy c-means clustering algorithm. *Computers and Geosciences*. 10: 191-203.
- Bezdek, J.C., E.C. Tsao, Pal, N.R. 1992. Fuzzy Kohonen Clustering Networks, in *Proc. IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems 1992 (San Diego)*, pp. 1035-1043.
- Burrough, P. 1986. *Principles of geographical information systems land resources assessment*. Clarendon Press Oxford. 193 p.
- Burrough, P.A., P.F.M.Van Gaans, MacMillan, R.A. 2000. High-resolution landform classification using fuzzy k-means. *Fuzzy Sets and Systems* 113: 37–52.
- Cambardella, C., T. Moorman, J. Novak, T. Parkin, D. Karlen, R. Turco, Konopka. E. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol. 58:1501-1511.
- De Gruijter J.J., McBratney A.B. 1988. A modified fuzzy k-means method for predictive classification. In: Bock H.H. (ed.). *Classification and Related Methods of Data Analysis*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada, Robledo, CW. 2015. *InfoStat versión 2015*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Ehsani, A.H., Quiel, F. 2009. A semi-automatic method for analysis of landscape elements using shuttle radar topography mission and landsat ETM+ data. *Computers & Geosciences* 35: 373-389.
- Grunwald, S., R.L. Rivero, Ramesh, K. 2007. Understanding spatial variability and its

- application to biogeochemistry analysis. *In*: D. Sarkar, R. Datta and R. Hannigan (Ed.). *Developments in Environmental Science*, 5:443-463. Elsevier Ltd. ISSN: 1474-8177.
- Kohonen, T. 1982. Analysis of a simple self-organizing process. *Biological Cybernetics* 44: 135-140.
- Lin, C., Lee, C. 1996. *Neural fuzzy systems*. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA. 797 p.
- Marchetti, A.; C. Piccini, R. Francaviglia, S. Santucci, Chiuchiarelli, I. 2010. Estimating Soil Organic Matter Content by Regression Kriging. *In*: *Digital Soil Mapping. Bridging Research, Environmental Application, and Operation*. (Ed. A.B. McBratney and A.E. Hartemink). Chapter 20. New York. 241 p. ISBN 978-90-481-8862-8.
- McKay, J., Grunwald, S., Shi, X., Long, R.F. 2010. Evaluation of the transferability of a knowledge-based soil-landscape model. *In*: Boettinger J., D.W. Howell, A.C. Moore, A.E. Hartemink, & S. Kienast-Brown (eds.). *Digital Soil Mapping: Bridging Research, Production and Environmental Applications*. pp. 165-177. Springer, Heidelberg.
- Minasny, B., A.B. Mcbratney, Whelan, M. 2002. VESPER. Version 1.6. Australian Centre for Precision Agriculture. McMilan Building. The University of Sidney, NSW 2006.
- Núñez, Y. 2011. Modelo automatizado de unidades de paisaje a escala 1:50000 con un enfoque neuronal difuso. En la Cuenca del río Tucutunemo, Estado Aragua. Trabajo de Especialización de Geomática. Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía. UCV. 75 p.
- Ovalles, F. 1992. Metodología para determinar la superficie representada por muestras tomadas con fines de fertilidad. FONAIAP-CENIAP-IIAG. Maracay. Serie B. 44 p.
- Rey, J.C., G. Martínez, E. Micale, N. Fernández, E. Namias, M.A. Polanco, Valera, A. 2015. Mapeo de suelos por medio de lógica difusa y su relación con el rendimiento de banano (musa AAA). XXII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. San Cristóbal, Táchira. Venezuela. 6 p.
- Sevilla, V. 2014. Comparación de dos métodos de cartografía digital con un estudio agrológico convencional en la Cuenca del Río Canoabo, Estado Carabobo. Trabajo de Ascenso para optar a la Categoría de Asistente. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 117 p.
- Tukey, J. 1977. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley Pub. Reading, EUA.
- Upchurch, D., Edmonds, W.J. 1991. Statistical procedures for specific objectives. *In*: *Spatial variabilities of soils and landforms*. SSSA Special publication No. 28. 2ª Ed. SSSA. Madison. pp: 49-71.
- Valera, A. 2012. *Tecnologías de Inteligencia Artificial: Redes neuronales artificiales y teoría de conjuntos difusos para el análisis geomorfométrico de paisajes de montaña*. Editorial Académica Española. 108 p. ISBN: 978-3-8484-7612-1.
- Valera, A. 2015. *Inventario de suelos y paisajes con apoyo de técnicas de cartografía digital en áreas montañosas. Caso Cuenca del Río Caramacate, Estado Aragua*. Tesis de doctorado en Ciencias del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Postgrado en Ciencias del Suelo. Maracay, Estado Aragua, Venezuela. 263 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.1714.3920
- Valera, A. 2018. *Geomorfometría y Edafometría. Cartografía Digital de Paisajes y*

- Suelos con Técnicas de Inteligencia Artificial. Editorial Académica Española. Mauritius. ISBN: 978-620-2-12102-6. 317p.
- Valera, A., J.A. Viloría; Viloría, Á. 2010. Aplicación de redes neuro-difusas en la clasificación geomorfométrica de paisajes montañosos de Venezuela. En: Resúmenes. XV Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Morales, C., J. Cuervo y H. Franco (compiladores). SCCS. Risaralda, Pereira. Colombia. p.97.
- Valera, A., Viloría, J.A. 2009. Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en el modelado de unidades de paisaje en la cuenca del río Güey, Maracay - estado Aragua. Memorias XVIII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Santa Bárbara, Zulia. Venezuela. 7 p.
- Viloría J.A, A. Viloría-Botello, M.C. Pineda, Valera, A. 2016. Digital modelling of landscape and soil in a mountainous region: A neuro-fuzzy approach. *Geomorphology* Vol. 253:199-207.
- Viloría, A. 2007. Estimación de Modelos de clasificación de paisaje y predicción de atributos de suelos a partir de imágenes satelitales y modelos digitales de elevación. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 88 p.
- Viloría, J.A., M.C. Pineda, A. Viloría-Botello, Y. Núñez, Valera, A. 2012. Predicción de pedregosidad superficial del suelo con redes neuro-difusas en llanos venezolanos. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina - 16 al 20 de abril de 2012. 6 p.
- Webster, R., Oliver, M.A.. 1990. *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey*. Oxford University Press. Oxford, RU. 316p.
- Zhu, A. X., Yang, L., Li, B., Qin, C., English, E., Burt, J.E., Zhou, C. 2008. Purposive Sampling for Digital Soil Mapping for Areas with Limited Data. In: Hartemink, A.E.; Mendonça-Santos, M. L., A.B. McBratney, A. B., eds, *Digital Soil Mapping with Limited Data*, Springer-Verlag: New York, pp 233-245.



# ***Ensayos***





## **El Día Mundial del Suelo y los principios de la Carta Mundial del Suelo**

Prof. Eladio Arias Rodríguez. CIESA – UNERG. SVCS  
Email: eladioariasrod1956@gmail.com

El 20 de diciembre de 2013 la Asamblea General de las Naciones Unidas en la Resolución 68/232 decide designar el 5 de diciembre **Día Mundial del Suelo** y declarar 2015 Año Internacional de los Suelos.

El Suelo es considerado como un elemento del ecosistema, sin embargo, el actúa como un reactor que genera continuamente diferentes niveles de vida en el mismo. Esta capa tridimensional se caracteriza por ser continua en unidades discretas extendida en un relieve que interactúa con la Atmosfera, la Litosfera y La Biosfera, los cuales intercambian los flujos de energía y materia para la activación biogénica de los procesos pedogenéticos, los cuales se van equilibrando para ir conformando un perfil cultural que expresa en la actualidad las condiciones de estado que impone el ambiente durante el tiempo. “El suelo es una creación.”

Desde el 2014, se celebran todos los 5 de diciembre El Día Mundial del Suelo (WorldSoil Day) con la finalidad de resaltar la conciencia sobre la importancia de las funciones y servicios que cumplen los suelos para el sostenimiento de todos los niveles de vida en el planeta Tierra. Este llamado de atención es para todos, porque del nivel y calidad de la gestión de uso que adoptemos sobre él, dependerá su comportamiento ante la producción sostenible de alimentos, de la disponibilidad y calidad del agua que beberemos, de la calidad del aire que respiraremos; así como de la estética del ambiente que contemplaremos en nuestros momentos de recreación y la paz espiritual con el mundo.

El Día Mundial del Suelo representa ser una lección universal sobre un recurso valioso en vía de extinción y por ello se apela a la conciencia ciudadana individual y colectiva, pública, privada, empresarial e institucional para iniciar una reversión de los procesos que desencadenan su degradación. La educación formal y no formal es una vía muy clara y expedita para iniciar el camino para crear un grado de conciencia para una actuación sana sobre este recurso. En la medida que aprendemos y enseñemos sobre los suelos, seguramente empezaremos a reconocer y valorar su presencia antes de nosotros y le daremos el lugar que le corresponde en el sostenimiento de la vida y la biodiversidad. Esta necesidad de conocimiento nos deberá impulsar a un nivel concientización profunda que trascienda su valor como un eje transversal de vida de un país y de su soberanía.

En tal sentido, fue La Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS) quién impulsa una Jornada Internacional en el año 2003 para homenajear al Suelo; esto es auspiciado por la Alianza Mundial de Suelo (ASM) y La FAO quienes acuerdan y solicitan ante la Asamblea General de la ONU su aprobación y es en Junio de 2013 en la Sexagésima octava Asamblea cuando se designa la celebración del Día Mundial del Suelo cada 5 de diciembre a partir del año 2014. Cabe destacar, que la fecha del 5 de diciembre está relacionado con el aniversario oficial del Rey de Tailandia H.M. King Bhumibol Adulyadej quién autorizó oficialmente su celebración en su país. Como se puede apreciar, es un acuerdo de carácter mundial consensuado para rendirle tributo a un recurso que parece renovable, pero que a la escala temporal del hombre se hace no renovable sino lo cuidamos.

El motivo de la celebración del año 2018, es resaltar la preocupación mundial de los suelos sometidos continuamente al proceso de contaminación; sin ir muy lejos, no es difícil percibir, que nuestro país presenta áreas con problemas de contaminación por metales pesados, disposición de residuos peligrosos que causan cambios en sus propiedades y en sus funciones. La fuente de esta contaminación puede ser de origen antrópico y por causas naturales. Entre ellas se destacan: La aplicación excesiva de pesticidas y fertilizantes, residuos orgánicos no certificados, la disposición de aguas residuales no tratadas, de aguas salobres, de agua de pozos profundos, de los desechos orgánicos de origen agroindustrial sin certificación de origen, lodos petroleros, residuos de minas etc. entre otras fuentes.

Lamentablemente, no hay registro de la magnitud de tierras afectadas por la contaminación, pero si hay datos que muestran el avance lento y permanente de los suelos agrícolas por metales pesados, los cuales podrían estar atentando con la calidad de los productos para el consumo humano y de su exportación hacia otras latitudes. Sin embargo, nuestro país presenta una amplia reglamentación ambiental que aborda el tema y ello es una fortaleza para iniciar una cruzada frente a este proceso.

Por ello, se hace imperioso adelantar e impulsar desde el Estado, de las Instituciones Universitarias y Tecnológicas, del sector empresarial: Agroindustrial, Petrolero y Minero impulsar un levantamiento de la información para detectar las áreas en nuestro territorio que están bajo una fuerte, moderada y baja amenaza de ser contaminadas por los diferentes Tipos de Utilización de la Tierra; de tal forma, adoptemos prácticas y tecnologías amigables, así como la rehabilitación inmediata de tales áreas para ser reincorporada a la producción sostenible. Recordemos siempre "Es más fácil prevenir que lamentar".

A nivel mundial, se refleja una gran motivación por la celebración del Día Mundial del Suelo, Este día debe empezar siendo un día de reencuentro en la República Venezolana entorno a la discusión ampliada de problemas y soluciones sobre el recurso suelo Venezolano, que también presenta fuerte limitaciones naturales para su desarrollo, pero que las pocas tierras con elevada aptitud sean protegidas y se mantengan sus funciones, en virtud de seguir programando las necesidades de alimentos, de agua y energía para los venideros 2030 y 2050.

Otros aspectos, que deseo resaltar en esta cuartilla, la cual considero importante para

internalizar la importancia y el valor del recurso suelo para todos los seres vivos, son los principios que nos ofrece la Segunda Carta Mundial del Suelo.

La Organización para la alimentación y la agricultura FAO, a través de los Grupos Técnicos Intergubernamental de Suelos deciden evaluar la vigencia de los 13 principios contenidos en la primera Carta Mundial de Suelos promulgada en la resolución 8 de la Vigésima primera Conferencia en noviembre de 1981. La comisión técnica mundial de suelo realizó una revisión intensiva de los principios contrastándolo con los avances realizados en la últimos 30 años en la Ciencias del Suelo, considerando además el avance de las propuestas en contra de la degradación de los suelos por los efectos de la contaminación del ambiente, cambio climático y el avance del urbanismo sobre su impacto en las funciones eco-sistémica de los suelos para garantizar la producción sostenible de agua, alimentos, energía y salud humana y animal entre otras. En la Conferencia Mundial de la FAO del mes de Junio de 2015 se da la aprobación unánime para la propuesta de la Segunda Carta Mundial de Suelos.

La Segunda Carta mundial del Suelo del año 2015, en su preámbulo destaca trece principios fundamentales: el primero describe al Suelo como imprescindible para el sostenimiento de la vida, considera que es susceptible a las presiones antrópica, que su manejo debe ser cuidadoso y que sus límites bajo tales presiones están próximo a los niveles críticos; además que es esencial para la producción de alimentos y es una palanca valiosa para la regulación del clima y una vía para proteger los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. Mientras que el segundo principio, nos recuerda que es en el 2012, en la Conferencia de Río de Janeiro en Brasil, donde por vez primera se reconoce la importancia económica y social de la buena gestión de la tierra, incluido el suelo, por su contribución al impulso del desarrollo socioeconómico en la población, la biodiversidad, al cambio climático, la erradicación de la pobreza y el hambre y mejorar la calidad y disponibilidad del agua.

En su tercer principio, se decreta al suelo como un recurso que permite la producción de bienes y servicios integrales al ecosistema y al bienestar humano; y de allí, se reafirma la responsabilidad de los gobiernos del mundo en mantener y mejorar la calidad de los recursos mundiales del suelo para poder disponer de alimentos, de agua y la seguridad energética, considerando la presión sobre el recurso suelo por el creciente aumento demográfico. En cambio, en el cuarto principio académico para comprender la naturaleza de los Suelos considerando un concepto pedológico del recurso Suelo como un producto de los procesos y de las complejas interacciones entre los factores ambientales en el tiempo y espacio, por lo que se debe entender que los suelos son diferentes en estructura y constitución y por ende los niveles de servicios que proporcionan. Por lo que un cambio de uso debe considerar sus capacidades y potencialidades con un manejo sostenible con el fin de erradicar la pobreza, el hambre y fomentar el trabajo y lograr la seguridad agroalimentaria.

En tal sentido, el quinto principio nos reafirma que los Suelos serán sostenible, siempre y cuando el aprovisionamiento, la regulación y los servicios de soportes y culturales proporcionados por ellos se mantengan o aumenten significativamente las funciones del suelo que permiten los servicios o la biodiversidad. Es preocupante el avance del desequilibrio entre los apoyos y aprovisionamiento de servicios para la producción de cultivos, los servicios de regulación para la calidad del agua y la

composición del aire y los gases de efecto invernadero. El siguiente principio nos orienta que el manejo del suelo requiere de decisiones locales bajo condiciones de niveles socioeconómicos distintos, por lo que necesita del apoyo interdisciplinario y de los conocimientos ancestrales. Mientras que el séptimo principio infiere que para alcanzar la sostenibilidad de la Tierra es imperioso actualizar la data de información sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los Suelos, para poder armonizar la Aptitud física y económica de la Tierra frente a los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) actuales y potenciales con las diferentes Unidades de Tierras (UT) a nivel local.

La importancia de mantener y preservar la biodiversidad del suelo (macro y microorganismos) para salvaguardar las funciones de los suelos y por lo tanto a los ecosistemas que producen bienes y servicios asociados a ellos mismos no deja de ser importante y es tomado en cuenta en el octavo principio. Mientras el que sigue nos hace reflexionar en que todos los suelos proporcionan servicios de regulación del clima y del agua, por supuesto a diferentes escalas, por ello, el impacto de su conversión de uso a nivel local o regional puede ser fiable. En este sentido, La décima premisa nos sugiere que los procesos de Degradación reducen y eliminan las funciones del suelo y sus capacidades para apoyar los servicios esenciales para el bienestar humano de los ecosistemas.

Por último, el principio onceavo nos brinda ciertas directrices sobre las Tierras degradada, las cuales podrían ser restauradas para garantizar su rehabilitación y su incorporación a los servicios de aprovisionamiento, soporte y regulación, sin que sea necesario disponer de una conversión de uso de la tierra. Por lo que actuar sobre el avance de los procesos de Degradación de los suelos sería fundamental para equilibrar la Neutralidad a la Degradación de la Tierra (NDT).

Además la Carta Mundial de los Suelos exhibe en su contenido un conjunto de directrices que reflejan el camino que debemos transitar desde lo individual a lo colectivo, de lo público a lo privado, en de los diferentes niveles de decisiones Mundiales, regionales, nacionales, estatales y municipales. Abogemos al principio de la responsabilidad ciudadana y de corresponsabilidad ambiental ante los problemas que se avecinan, actuamos hoy. La Carta Mundial del Suelo y el I Día Mundial del Suelo nos brindan las herramientas para seguir abriendo un camino y un horizonte en pro del bienestar humano sostenible.

“Salvaguardar a los Suelos es una Tarea de Todos, Empecemos Desde Ya”

## **CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS**

Carta Mundial del Suelo. 2015. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italy [www.fao.org](http://www.fao.org).

Resolución aprobada por la Asamblea General el 20 de diciembre de 2013. A/RES/68/232. FAO.2013. [Sobre la base del informe de la Segunda Comisión (A/68/444)] 68/232. Día Mundial del Suelo y Año Internacional de los Suelos.

## **LA PARTICIPACIÓN POPULAR EN LA GENERACIÓN Y USO DE INFORMACIÓN DEL ÁREA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y SUS APLICACIONES**

Juan Montenegro. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos".  
Área de Ingeniería Agronómica.  
Email: j.montenegronunez51@gmail.com

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación con sus respectivos sistemas, empiezan a tener relevancia en América Latina a partir del siglo XXI, en donde se presenta la importancia de ellas como espacio para la promoción de políticas públicas, como lo expone Rincón (2009). De igual manera, Torn (2005), señala que en Argentina realizan inversiones para la producción de conocimientos (educación avanzada, difusión de tecnologías e innovación), con el fin de situarse en el camino del desarrollo sostenible.

Por otra parte en el año 2001, el Estado plurinacional de Bolivia crea la Comisión Interministerial de Ciencia, Tecnología e Innovación, que es el órgano que formula la política de CTI en ese país, como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la América Latina y el Caribe (UNESCO), en un el documento de Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación de América Latina y el Caribe (2010). Asimismo, indica el documento mencionado que Brasil también ha realizado grandes avances en Ciencia, Tecnología e Innovación, citando por ejemplo que la Ley de Innovación como una iniciativa importante para fortalecer las relaciones entre la industria y los sectores científicos y tecnológicos, a la vez que favorece la interacción entre los diferentes actores de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Dentro de este marco, en la República Bolivariana de Venezuela se promulgó la reforma de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) en diciembre de 2010, dando cumplimiento al artículo 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, señala que el estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, las innovaciones y sus aplicaciones, por ser instrumentos para el desarrollo económico, social y político del país.

De igual manera, la LOCTI en su título IV (de las regiones y las comunas), artículo 32 expresa que la autoridad con competencia en materia de ciencia, tecnología e innovación promoverá las actividades de su competencia en el ámbito regional, comunal y en cualquier entidad territorial. Así mismo en su artículo 33, sentencia que la autoridad nacional con competencia en la materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, establecerá los mecanismos regionales y comunales para coordinar, promover y ejecutar los planes, programas y proyectos que se establezcan en las políticas públicas nacionales, así como en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En este orden de ideas la autoridad nacional con competencia en Ciencia, Tecnología, Innovación y sus aplicaciones, es el Observatorio Nacional (ONCTI), quien tiene como funciones recopilar, sistematizar, categorizar, analizar e interpretar información a los fines de formular las políticas públicas en la materia. De acuerdo al artículo 22 el ONCTI tiene asignado dos (2) objetivos muy concretos en relación al

vínculo y articulación social, siendo necesario contribuir a la propuesta de la organización territorial a nivel regional y comunal para la obtención de zonas con respuestas funcionales en el ámbito socio-político y productivo y la promoción del Poder Popular en la generación y uso de la información necesaria para el fortalecimiento de los Consejos Comunales y las Comunas.

Esta conjunción de esfuerzos de actores del sector científico-tecnológico en una especie de frente político-social, también permite impulsar la articulación de las luchas reivindicativas hacia los procesos de formación, reflexión y organización, para que trasciendan la coyuntura económica-social mediante la participación y el acompañamiento de los colectivos en el intercambio de saberes y sistematización de experiencias.

De igual forma, el país se encuentra inmerso en el Bicentenario de su Independencia, y se ha planteado por parte del gobierno según señalan sus planes y programas, el reto de superar la recurrente crisis económica y social de las últimas décadas por impactos y desajustes, con la influencia fundamental de variables de origen externas, que obstaculizan y retardan el impulso definitivo hacia la independencia y soberanía nacional, que implica una transición de la economía rentista hacia el modelo de economía socio-productiva con predominio de empresas de propiedad social y organizaciones autogestionarias.

En este sentido se impone la necesidad urgente e impostergable de consolidar la capacidad científica y tecnológica del país, la cual apunta hacia el fortalecimiento de los procesos de innovación en todos los sectores sociales mediante la incorporación y participación del poder popular para liberar las fuerzas productivas en beneficio de las grandes mayorías excluidas, generando consigo un incremento de riqueza social para satisfacer las necesidades de la población.

Es de hacer notar que, la relación de hegemonía se establece articulando lo económico-social con lo político, tomando como base la concepción integral de la sociedad y la necesidad histórica de construir una contra-hegemonía popular para abatir la ideología y las culturas dominantes y de dominación; permitiendo de esta manera la consolidación de nuevas formas de saberes, de capacidades organizativas, de decisión y gobierno de lo propio en el campo popular.

Sin embargo aún se carece de una estructura institucional autónoma que posibilite la coordinación, el enlace y el vínculo dinámico entre el Poder Constituido y el Poder Constituyente; en función de dar respuesta con prontitud, celeridad, eficiencia y eficacia política a las demandas sociales insatisfechas, de acuerdo a lo planteado en el artículo 141 de la Constitución Nacional, que señala que la administración pública está al servicio de los ciudadanos y ciudadanas fundamentándose en los principios de honestidad, participación, celeridad, eficacia, eficiencia, transparencia, rendición de cuentas y responsabilidad en el ejercicio de la función pública.

Cabe considerar que, existe aún una falta de vinculación y articulación social de los sectores populares organizados con las instituciones del área de Ciencia, Tecnología e Innovación llevando a que se trunque una directriz del Primer Plan Socialista o Plan Nacional Simón Bolívar (PNSB), dirigida al logro de la Democracia Protagónica y

Revolucionaria que es fundamental para el tránsito hacia el modelo productivo socialista, superando el estado de conciencia individualista y orientándolo hacia lo colectivo.

De igual forma, se incumple con lo dispuesto en el artículo 143 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, que señala el derecho que tienen los ciudadanos y ciudadanas de ser informados e informadas oportuna y verazmente; por tanto, se hace imperante resolver la falencia de retroalimentación entre los sujetos sociales que se mantienen disgregados, dispersos y aun prisioneros de una estructura institucional burocratizada. La tarea histórica es abrir paso a una democratización plena, a la participación y al protagonismo que están claramente expresados tanto en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y en el Primer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación para el periodo 2007-2013, mejor conocido como Plan Nacional Simón Bolívar, donde se establece las siete (7) directrices por las cuales se debe orientar la República Bolivariana de Venezuela hacia la construcción social del Socialismo del Siglo XXI.

Por otra parte, la carencia de un sistema de información oportuno y pertinente que permita la participación del Poder Popular en la gestión pública con eficacia y calidad revolucionaria, ocasiona desajustes como son: Falta de coordinación interinstitucional, ausencia de observatorios regionales, municipales y comunales, inexistencia de proyectos que le den importancia a las tecnologías de comunicación e información por parte del Poder Popular y falta de una organización amplia de los Comités de Saberes y Producción en todos los Consejos Comunales del territorio nacional.

Lo antes expuesto trae como consecuencias: Desanimo por parte de los voceros(a) de las organizaciones sociales, baja participación popular en la gestión pública, incumplimiento de las metas propuestas en la ejecución de proyectos, falta de transparencia y probidad en la gestión y el predominio del modelo de la Democracia Representativa en lugar de la Democracia Protagónica Revolucionaria.

En razón de esta problemática se evidencia la necesidad de proponer mecanismos de organización social que promuevan el fortalecimiento de la participación popular para la generación y uso de la información del área de ciencia, tecnología, e innovación.

## **CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS**

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5453, marzo 3, 2000.

Ley De Fomento De La Ciencia, Tecnología e Innovación. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. (Gaceta Oficial N° 39.575 del 16 de diciembre de 2010)

Rincón, E. (2009). Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Venezuela. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias, Económicas y Sociales. Publicación año 25, Nro. 60. ISSN 1012-1587. Disponible en: <http://>

- [www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S101215872009000300005&script=sci\\_arttex](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S101215872009000300005&script=sci_arttex) .Consultada: 14 de Abril, 2012.
- Torn, K. (2005). Ciencia, Tecnología, Innovación en Argentina. Un perfil sobre temas y prácticas. Banco Mundial. Región de América Latina y el Caribe. Disponible:<http://siteresources.worldbank.org/INTARGENTINAINSPANISH/Resources/Ciencia,TecnologiaeInnovacionenArgentina.pdf>. Consultada: 9 de Abril, 2012.
- Proyecto Nacional Simón Bolívar (2006). Primer Plan Socialista (PPS), Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013; República Bolivariana de Venezuela. Septiembre, Caracas.
- MCT. (2005), Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005-2030; Caracas. Venezuela. 216 p.
- Ministerio del Poder popular para la Ciencia, tecnología e Innovación (MPPCTI), (2013). Programa de estímulo al investigador y al Innovador (PEII). [www.oncti.gob.ve](http://www.oncti.gob.ve)

## **LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL RÓMULO GALLEGOS (UNERG) COMO CATALIZADOR DE LA PARTICIPACIÓN Y EL FORTALECIMIENTO DEL PODER POPULAR**

Juan Montenegro. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales "Rómulo Gallegos".  
Área de Ingeniería Agronómica. Vicerrector Administrativo. Correo electrónico:  
j.montenegronunez51@gmail.com

En la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), se estableció claramente el marco jurídico-legal para la creación de espacios de participación a diferentes niveles (Artículos 62, 70 y 184); siendo ampliamente desarrolladas en las leyes orgánicas de consejos comunales, comunas, poder popular, planificación pública y popular, sistema económico comunal, contraloría social; asimismo en las leyes específicas para temas como: Ciencia, Tecnología e Innovación; Tierra y Desarrollo Agrario; Salud y Educación.

En este marco de ideas la participación es concebida como una forma de profundización de la democracia, siendo este un proceso lento y con dificultades de ser emprendido, tanto a partir de los gobiernos locales como de la sociedad civil; la referencia conceptual tiene como base los fundamentos jurídico-legales de la Ley Orgánica del Poder Popular, aprobada por la Asamblea Nacional (2010); al respecto el Artículo 1 indica que tiene por objeto desarrollar y consolidar el Poder Popular, generando condiciones objetivas a través de los diversos medios de participación y organización establecidos en la Constitución de la República, en la ley y los que surjan de la iniciativa popular, para que los ciudadanos y ciudadanas ejerzan el pleno derecho a la soberanía, la democracia participativa, protagónica y corresponsable, así como la constitución de formas de autogobierno comunitarias y comunales, para el ejercicio directo del poder.

Para concretar la democracia participativa y protagónica, se abre paso a la activación de los nuevos movimientos sociales que conforman el poder popular o poder constituyente; los cuales se caracterizan por nacer al calor de las luchas sociales como respuesta a demandas sociales insatisfechas, o en torno a problemáticas sectoriales, intersectorial, problemática social transversal o responder a un tema o problema puntual coyuntural.

Dentro de este marco de referencia existe una diversidad de orígenes de los movimientos populares, de actores y sectores sociales que se agrupan y movilizan en torno a causas coyunturales o estructurales, pero que sin duda se diferencian de los movimientos tradicionales que surgieron como expresión de una misma clase (obreros), sector estudiantil, género (mujeres) o de tipo étnico (indígenas); No obstante, las manifestaciones espontáneas, el aislamiento y la fragmentación terminan por disminuir la eficacia política, sin alcanzar avances en la modificación de las estructuras de poder, los medios y los modos de dominación, es decir en lo político.

En la realidad venezolana los excluidos de diferentes clases y grupos sociales conforman el sujeto del cambio y la transformación social, que se han articulado y aglutinado en torno al proyecto político de la alternativa bolivariana, generando una respuesta dinamizadora y beligerante hacia la búsqueda de acuerdos y consensos

sociales que permitieran ponerle freno a la privatización y liberalización de bienes y servicios. Es decir, las formas de participación popular que se han organizado están identificadas con un ideario político que trasciende las fronteras de la acción reivindicativa y los intereses particulares de una clase o grupo social.

**Se pueden destacar en grandes rasgos tres líneas de acción de la participación:**

La participación en la formulación de políticas y decisiones públicas, en donde es importante evaluar la gestión de las autoridades.

La participación en la gestión privada de servicios o programas públicos, que permite que la comunidad se desarrolle con un sentido de identificación y pertenencia hacia el servicio que prestan.

La participación en el control de los programas y servicios públicos.

La UNERG tiene FORTALEZAS que permiten la ejecución de políticas públicas para el fortalecimiento del PODER POPULAR, teniendo entre otras, las siguientes POLÍTICAS:

1. Implementar canales estratégicos de negociación con el gobierno Regional, Municipal y Central.
2. Realizar convenios entre la Universidad y las instituciones Regionales, Nacionales e Internacionales.
3. Lograr la participación ciudadana de las comunidades regionales aplicando la extensión.

**Dichas políticas se pueden lograr mediante las siguientes ESTRATEGIAS:**

1. Relacionando el perfil de los egresados con las necesidades reales del campo laboral y las comunidades de la región llanera.
2. Estableciendo modelos de acciones de enseñanza aprendizaje que permiten el vinculo social de los estudiantes con las necesidades reales de la comunidad.

En este orden de ideas podemos garantizar la implementación de PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO-INNOVACIÓN con el personal DOCENTE Y ESTUDIANTES que estimulen la participación y el protagonismo social, tomando en consideración una ESTRATEGIA REGIONAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE, teniendo como centro de atención el fomento del sector agroalimentario y las variables de desarrollo humano como son: Educación, Salud, alimentación y calidad de vida.

**Esta propuesta involucra las siguientes acciones:**

1. Plano Social y Educativo: Fomento de la organización de Consejos Comunales, Consejos Campesinos Y Comunas Populares en áreas adyacentes a las instalaciones educativas, es decir mediante la estrategia del PUNTO Y CIRCULO que planteo el Comandante Presidente Hugo Chávez.
2. Plano Productivo: implementación de procesos productivos en las fincas de la GOBERNACIÓN E INSTITUCIONES PÚBLICAS.
3. Defensa Integral: Incorporación de la Comunidad Universitaria a las milicias populares.

4. Fortalecimiento del sistema de Salud pública a través de la participación en CDI y el programa Barrio Adentro a través del área de Ciencias de la Salud.

### **CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS**

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5453, marzo 3, 2000.



# ***Experiencias Significativas de la Comunidad***



# VINCULACIÓN DE LA UNERG CON EL PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA COMUNA AGROECOTURÍSTICA AGUAS DE EL CASTRERO, PARROQUIA SAN JUAN DE LOS MORROS, MUNICIPIO JUAN GERMÁN ROSCIO, ESTADO GUÁRICO

**Nieves Moyetón<sup>1</sup> César Labrador<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. Decanato de Investigación, Producción y Socialización del Conocimiento. Dirección de Socialización del Conocimiento. [nmoyeton@unerg.edu.ve](mailto:nmoyeton@unerg.edu.ve)

<sup>2</sup>Vocero de la Unidad Administrativa y Financiera del Consejo Comunal Palo Negro. Promotor de la Comuna Agroecoturística "Aguas de El Castrero" y vocero del Banco Comunal. Personal Docente Fundador y Jubilado de la UNERG. [cesarlabradorgarcia@gmail.com](mailto:cesarlabradorgarcia@gmail.com)

## RESUMEN

La Comuna Agroecoturística Aguas de El Castrero agrupa las comunidades: Los Bagres, Callecitas, Mala Cabeza, Santa María de Mala Cabeza, Salto - Potrerito, Palo Negro, El Castrero, Hoya del Dique (Nuevo Horizonte), El Dique y La Guamita, organizadas en igual número de Consejos Comunales que se reúnen semanalmente y accionan como comuna, enfrentando problemas comunes y proponiendo actividades que conlleven a su desarrollo. La experiencia con la comunidad se ha generado por el impulso de las políticas públicas que orientan la proyección de la Universidad, hacia las comunidades como base fundamental del desarrollo socialista del país. A partir de esta experiencia se ha logrado brindar apoyo a las comunidades antes mencionadas, lográndose conformar la comuna responsable de planificar acciones conducentes a la resolución de problemas comunes en su ámbito territorial. Este proyecto tiene como propósito, impulsar el acompañamiento de la UNERG a la comuna en su desarrollo integral, el cual promueve la acción conjunta de sus habitantes, lográndose establecer objetivos comunes y compartidos en un plan, en el cual se resumen recursos propios y externos para la consecución de estos objetivos. Lo antes expuesto, ha concebido que la UNERG se afiance como institución principal, que acompañe a la comuna en la formulación y ejecución de su plan de desarrollo integral. A partir de todo este nivel organizativo de la comuna, actualmente se está consolidando el plan café, posadas turísticas ecológicas, producción agropecuaria con enfoque agroecológico, formulación de proyectos para el reciclaje de materiales sólidos, diseño y ejecución de un programa integral de pequeños espacios en cada una de las comunidades para el deporte, la cultura y la recreación.

**PALABRAS CLAVE:** Comuna, Consejos comunales, nivel organizativo, potencial agrícola y turístico

La Comuna Agroecoturística Aguas de El Castrero surge como respuesta a las necesidades de un conjunto de diez comunidades organizadas en igual número de Consejos Comunales, las cuales han seguido la vía para el fortalecimiento del Poder Popular mediante la construcción de su comuna. Este camino no ha sido fácil, ni rectilíneo, más la constancia durante cinco años de un equipo humano motivado a la organización de sus comunidades acompañados por servidores públicos que creyeron en la posibilidad de elevar el nivel organizativo de estas diez comunidades que se desarrollan en el eje que va desde Nuevo Horizonte hasta Callecitas y Palo Negro, ha dado como resultado la conformación y registro formal de esta Comuna. Este sueño tiene un alto grado de concreción, pues ya la comuna está registrada en el Registro Único del Ministerio del Poder Popular para la Comuna, y los Consejos Comunales que la integran eligieron sus voceros al Parlamento Comunal y demás instancias comunales.

Los voceros de la Comuna se reúnen semanalmente y accionan en forma integrada, enfrentando problemas comunes y proponiendo actividades que conlleven a su desarrollo, con un acompañamiento de algunas instituciones como: Fundacite Guárico, INCES, CANTV, MPPAU, Secretaría de Desarrollo Económico de la Gobernación del Estado Guárico, Secretaría de Desarrollo Agroalimentario, Instituto Nacional de Turismo (INATUR); UNERG, UNESR; este acompañamiento ha sido continuo, integrado, focalizado, por lo cual el impacto generado sobre el desarrollo de las comunidades que integran la comuna ha sido entusiasta y esperanzado. En estas actividades de acompañamiento en la organización comunal, la participación de la UNERG ha sido importante, cónsona con la necesidad de la vinculación de la universidad como compromiso académico y social orientada hacia el potencial productivo para vincularse con las comunidades en su desarrollo integral.

El desarrollo integral de las comunidades proviene de la acción conjunta de sus habitantes que logran establecer objetivos comunes y compartidos en un plan que resume recursos propios y externos para la consecución de estos objetivos, tal como lo está haciendo la Comuna Agroecoturística Aguas de El Castrero; pero, además es necesario el acompañamiento por instituciones públicas y privadas que aportan conocimiento, experiencias, metodologías, servicios, personal, financiamiento, instalaciones, que potencian la acción de las comunidades. En este caso, se considera que la UNERG puede ser la institución principal que acompañe a la comuna en cuestión en la formulación y ejecución de su plan de desarrollo integral, en razón que la misma está en su punto y círculo por lo que está dentro de sus responsabilidades institucionales con el pueblo, además que cuenta con importantes recursos humanos, conocimientos, experiencias, metodologías, que seguramente pueden apoyar a la comuna en el logro de impactos significativos en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

Por estas razones, se justifica este proyecto en ejecución que tiene como propósito impulsar el acompañamiento de la UNERG a la comuna en su desarrollo integral con la participación protagónica de la acción conjunta de sus habitantes que logran establecer objetivos comunes y compartidos en un plan que resume recursos propios y externos para la consecución de estos objetivos, tal como lo está haciendo la Comuna Agroecoturística Aguas de El Castrero. Es a partir de estos elementos, que

surge la oportunidad para que la UNERG se haya vinculado a este interesante proyecto de investigación, socialización del conocimiento, intercambio y aporte de saberes y experiencias.

En este caso, se considera que la UNERG se afianza como institución principal, que acompañe a la comuna en cuestión en la formulación y ejecución de su plan de desarrollo integral, en razón que la misma está en su punto y círculo y por lo tanto está dentro de sus responsabilidades institucionales con el pueblo. La UNERG con este accionar se convierte en un elemento de referencia para su vinculación eficiente y eficaz con las comunidades que están en su ámbito de influencia.

Es así como parte de esta vinculación UNERG-Comunidad, que surge el Plan Café como un proyecto orientado a recuperar la producción de este rubro en las comunidades ubicadas en el ámbito territorial de la comuna, y en los sectores con historial en la producción cafetalera en el Municipio Roscio, tales como Virgen Pura, Camburito, La Llanada, impulsado por un grupo de productores potenciales con el acompañamiento de la UNERG conjuntamente con la Fundación CIARA, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Desarrollo Agroalimentario, FUNDACITE GUÁRICO, INCES, FODESOPRO, principalmente enmarcado en el V objetivo la Ley Plan de la Patria 2013-2019 y ratificado en la versión 2019-2025.

Otra actividad enmarcada dentro de esta vinculación UNERG – Comunidad – Instituciones Públicas ha sido la conformación de la “Red de Productores Libres Y Asociados (REPLA) Aguas del Río El Castrero” con la finalidad de impulsar la producción café, así como la de hortalizas, frutales, musáceas, raíces y tubérculos, leguminosas, cereales; es decir, producción conuquera con enfoque agroecológico en el ámbito de la Comuna, para el consumo local y la comercialización de los excedentes en mercados a cielo abierto a precios solidarios para beneficio de la población de San Juan de los Morros.