

MÉRIDA - ISSN 1315-3919

# AGRICULTURA ANDINA

Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

NÚMERO 25 - ESPECIAL 2024



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES

Universidad de Los Andes  
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
MÉRIDA - VENEZUELA



IIAP-ULA

## Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

### Tabla de Contenido

#### Artículos

5 - 20

Molina Omar, Dávila Mario.

**MODELO DE MUESTREO SUPERFICIE/PESO (SP), PARA LA EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN AGROECOLÓGICA DE SUELOS EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN.**

21 - 38

Lugo Zunilde, Perichi Guillermo, Salas José, Urbina Francys, Boscán Katherina, Rojas Katty, Holmquist Otón, Torres José.

**NEMATODOS FITOPARASÍTICOS ASOCIADOS CON EL CULTIVO DE PAPA EN EL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.**

39 - 73

Durán Eddy, Cáceres Gladys.

**LA ECONOMÍA DE CONTRATOS: UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR LAS FALLAS DEL MERCADO, EL CASO DE INDUSTRIAS KELLY'S.**

74 - 92

Domínguez Ilka, Alvarado Carmen, Briceño Eva, Briceño Franyeli

**IMPACTO DEL INSECTICIDA ABAMECTINA Y EL ROL DEL ÁCIDO FÓLICO EN LOS PARÁMETROS ESPERMÁTICOS EN RATAS BIOU: SPRAGUE-DAWLEY®**

#### NOTAS TÉCNICAS

93 - 105

Rojas Katty, Bracamonte Lilian, Díaz Jimmy, Castillo Daniel, Contreras Carlos, Holmquist Otón.

**TUBETES: SOLUCIÓN PARA PROBLEMAS PATOLÓGICOS EN VIVEROS Y PLANTACIONES DE CAFÉ.**

106 - 113

Dugarte Simón.

**EFFECTOS DE LAS ENFERMEDADES FORESTALES EN LA INDUSTRIA MADERERA VENEZOLANA.**

# Agricultura Andina

Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Número 25, Especial 2024

Dirección: Estación Experimental "Santa Rosa". Sector Santa Rosa, La Hechicera. Mérida.

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Universidad de Los Andes. Telefax: 58+ 02742401575, 2401576

Apartado Postal N° 77, Mérida-Venezuela.

Dirección Electrónica: [www.revencyula.ve](http://www.revencyula.ve), [www.forest.ula.ve/iiap](http://www.forest.ula.ve/iiap),

[www.saber.ula.ve/griculturaandina](http://www.saber.ula.ve/griculturaandina).

e-mail: [agriculturaandinaiiapula@gmail.com](mailto:agriculturaandinaiiapula@gmail.com)

*La primera edición de la Revista "Agricultura Andina" data de 1982. Es una publicación periódica semestral, científica, especializada, cuyo principal objetivo es abrir un espacio para el intercambio de conocimientos y divulgación de los avances científicos-tecnológicos y hallazgos de significativa importancia en el renglón agropecuario, principalmente de la Región Andina y del país en general.*

## Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

### AUTORIDADES

#### Rector

Mario Bonucci Rossini

#### Vicerrector Académico

Patricia Roseiweig

#### Vicerrector Administrativo

Manuel Aranguren

#### Secretario

José Andrés

#### Decano

Julio Quintero

#### Director IIAP

Osmary Araque

### COMITÉ EDITORIAL

Prof.(a) Osmary araque

**Directora del IIAP-ULA**

Prof. José D. Hernández B.

**Coordinador**

**Línea de Comunicación Agrícola  
Y desarrollo Social**

Prof.(a) Katty M. Rojas O.

**Coordinador**

**Línea de Producción Vegetal**

Prof.(a) Mayela Castillo

**Coordinador**

**Línea de Producción Animal**

Ing. Agrón. Nestor Morales

**(Responsable)**

Depósito Legal Pp 82-0231

Mérida – ISSN: 1315 – 3919

Indizada en: REVENCY RVA003 LATINDEX

Diagramación: Katty Rojas

Fotografía de portada: archivos IIAP, Katty Rojas.

## ÁRBITROS EVALUADORES

Fernando Delgado	Ing. Agrónomo, MSc	CIDIAT - ULA
Roberto A. López F.	Ing. Agrónomo, MSc	CIDIAT - ULA
José M. Suniaga Q.	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Luis Cedeño M.	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Ricardo Trezza P.	Ing. Agrícola, MSc, Doctor, PhD	University of Idaho
Floráγγελ Conde	Médico Veterinario MSc	CENIAP-INIA
José A. García B.	Ing. Producción Animal, MSc, Doctor	UNET
Héctor Nava T.	Médico Veterinario MSc	LUZ
José G. Rosales D.	Ing. Agrícola, MSc	NURR - ULA
Jesús E. Mejía	Ing. Agrícola, MSc	NURR - ULA
Karen Arias	Ing. Agrícola, MSc	UNET
Olga Arnaud	Ing. Agrónomo, Doctor	UNET
Pedro Raúl Solórzano	Ing. Agrónomo, Doctor	UCV, CULTIVAR
Clifford Peña	Ing. Agrónomo, MSc	IIAP - ULA
Mayela Castillo	Médico Veterinario, Doctor	IIAP - ULA
Miguel A. Maffei V.	Ing. Agrícola, Doctor	NURR - ULA
Víctor M. Figueroa	Ing. Agrónomo, Doctor	ECOGROUTH S.A.

***LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA, POSEE ACREDITACIÓN DEL CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO, HUMANÍSTICO, Y DE LAS ARTES. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (CDCHT - ULA).***

***LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA, ASEGURA QUE LOS EDITORES, AUTORES Y ÁRBITROS CUMPLEN CON LAS NORMAS ÉTICAS INTERNACIONALES DURANTE EL PROCESO DE ARBITRAJE Y PUBLICACIÓN. DEL MISMO APLICA LOS PRINCIPIOS ESTABLECIDOS POR EL COMITÉ DE ÉTICA EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS (COPE).***

***IGUALMENTE, TODOS LOS TRABAJOS ESTÁN SOMETIDOS A UN PROCESO DE ARBITRAJE Y DE VERIFICACIÓN POR PLAGIO.***

**TODOS LOS DOCUMENTOS PUBLICADOS EN ESTA REVISTA SE DISTRIBUYEN BAJO UNA LICENCIA *CREATIVE COMMONS* ATRIBUCIÓN - NO COMERCIAL - COMPARTIR IGUAL 4.0 INTERNACIONAL.**

**POR LO QUE EL ENVÍO, PROCESAMIENTO Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA ES TOTALMENTE GRATUITO.**



## EDITORIAL

La revista Agricultura Andina de nuestro Instituto de Investigaciones Agropecuarias representa una herramienta fundamental de proyección del resultado de investigaciones y; por ende, de transmisión del conocimiento al sector productivo primario local y nacional en un entorno adverso que afronta la universidad y la economía nacional. Sin embargo, nos empeñamos en estimular el efecto multiplicador de la acción educativa que emerge del esfuerzo y dedicación de todos los investigadores, propios y foráneos, que han depositado su plena confianza en la divulgación de sus trabajos en nuestra revista.

Sin duda alguna, el sector productivo agropecuario y agroforestal enfrentan problemas multifactoriales y; es a partir de aquí, que pretendemos desde la investigación, tener siempre como principal objetivo tratar de aumentar la producción por vía del mejoramiento de los rendimientos, en una adecuada relación de conservación del medio ambiente y los recursos suelos y aguas, hacia una producción sustentable.

El Número 25 Especial, 2024 les promete conocimientos y prácticas referentes al manejo de la economía de contratos como alternativa para disminuir las fallas del mercado, la implementación de tubetes como solución a problemas patológicos a nivel de viveros y plantaciones de café, innovación en modelos de muestreo de suelos para su evaluación y recuperación agroecológica, efectos de las enfermedades forestales en la industria maderera nacional, así como; nematodos fitoparasíticos asociados con el cultivo de papa en el estado Mérida, Venezuela.

Esperamos con mucho optimismo que; el efecto multiplicador se manifieste en la acción que todos los profesionales, técnicos y productores realizan en cada una de sus actividades, emplazando las habilidades, conceptos y prácticas que se sugieren en cada investigación y nota técnica.

Mérida, mayo 2025.

**José D. Hernández B.**  
**Editor Adjunto**

## **MODELO DE MUESTREO SUPERFICIE/PESO (SP), PARA LA EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN AGROECOLÓGICA DE SUELOS EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN.**

### **SURFACE/WEIGHT SAMPLING MODEL (SP), FOR THE AGROECOLOGICAL EVALUATION AND RECOVERY OF SOILS IN PRECISION AGRICULTURE.**

<sup>1</sup>Molina Omar, <sup>2</sup>Dávila Mario.

<sup>1</sup>Geógrafo. Magister Scientiarum en Gestión de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente. Email: khayyam28@gmail.com. ORCID: 0009-0002-3491-8365.

<sup>2</sup>Ingeniero Forestal. Magister Scientiarum en Manejo de Bosques. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela (IIAP - ULA). Email: mariodavilap@yahoo.com. ORCID: 0009-0003-3011-2003.

**Fecha de inicio:** 15/06/2024

**Fecha de finalización:** 15/08/2024

#### **RESUMEN**

El deterioro de los suelos agrícolas ha generado la necesidad de metodologías precisas y sostenibles para su evaluación y recuperación. Este estudio presenta el Modelo de Muestreo Superficie/Peso (SP), que integra herramientas de geomática, geoestadística y teledetección con principios agroecológicos y de agricultura de precisión para la gestión eficiente del suelo. La investigación se llevó a cabo en la finca San Benito (Los Pozones, El Vigía, Mérida-Venezuela), donde se realizaron cuatro visitas de campo para evaluar la variabilidad del suelo y aplicar enmiendas de manera diferenciada. La primera fase incluyó un levantamiento topográfico mediante drones e imágenes satelitales de alta resolución para la delimitación de unidades de suelo. Posteriormente, se diseñó un muestreo basado en SIG y el modelo SP, donde las muestras se ponderaron según su representatividad espacial. Se analizaron 13 variables edáficas en laboratorio y se

generaron mapas predictivos mediante interpolación geoestadística (Kriging). A partir de estos mapas, se aplicaron enmiendas específicas según las necesidades del suelo. La validación final mostró una correlación de Pearson de 0.88 entre los valores predichos y observados, evidenciando la efectividad del modelo SP en la caracterización y recuperación del suelo. Los resultados demuestran que este enfoque permite optimizar la aplicación de insumos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, facilitando la transición hacia un modelo agrícola más sostenible y eficiente. Se recomienda su implementación en otros sistemas agrícolas para mejorar la productividad y resiliencia de los suelos degradados.

**Palabras clave:** SIG, geoestadística, agroecología, fertilidad del suelo, enmiendas.

#### **ABSTRACT**

The deterioration of agricultural soils has created the need for precise and sustainable methodologies for their assessment and recovery. This study presents the Surface/Weight Sampling Model (SP), which integrates geomatics, geostatistics, and remote sensing tools with agroecological and precision agriculture principles for efficient soil management. The research was conducted at San Benito Farm (Los Pozones, El Vigía, Mérida, Venezuela), where four field visits were carried out to assess soil variability and apply amendments in a differentiated manner. The first phase involved a topographic survey using drones and high-resolution satellite imagery to delineate soil units. Subsequently, a sampling design was developed based on GIS and the SP model, where samples were weighted according to their spatial representativeness. Thirteen soil

variables were analyzed in the laboratory, and predictive maps were generated through geostatistical interpolation (Kriging). Based on these maps, specific amendments were applied according to the soil's needs. The final validation showed a Pearson correlation of 0.88 between the predicted and observed values, demonstrating the effectiveness of the SP model in soil characterization and recovery. The results show that this approach optimizes input application, reduces costs, and minimizes environmental impact, facilitating the transition to a more sustainable and efficient agricultural model. Its implementation in other agricultural systems is recommended to improve the productivity and resilience of degraded soils.

**Keywords:** SIG, geoestadística, agroecología, fertilidad del suelo, Kriging, enmiendas.

## **INTRODUCCIÓN**

La degradación del suelo es uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura moderna, afectando la productividad y la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas. La agricultura convencional ha priorizado el uso intensivo de agroquímicos y el manejo homogéneo del suelo, ignorando su variabilidad espacial y temporal (Altieri & Nicholls, 2017). Este enfoque ha llevado a una pérdida significativa de materia orgánica, alteraciones en la estructura del suelo y la reducción de su capacidad productiva.

En respuesta a esta problemática, la geomática y la agricultura de precisión han emergido como herramientas clave para mejorar la gestión de los recursos agrícolas, permitiendo una aplicación diferenciada de insumos en función de las características del suelo (Abdel Rahman et al., 2022). La combinación de estas tecnologías con principios agroecológicos posibilita la regeneración del suelo mediante prácticas sostenibles y el uso de enmiendas biológicas en lugar de

fertilizantes sintéticos.

La agricultura de precisión ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la gestión del suelo mediante el uso de sensores remotos, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis geoestadísticos para una aplicación diferenciada de insumos (Roel & Terra., 2006). Sin embargo, su implementación ha estado mayormente orientada a la optimización de la producción sin considerar un enfoque regenerativo. Por otro lado, la agroecología promueve prácticas agrícolas sostenibles que restauran la salud del suelo, aunque carece de metodologías sistemáticas para su implementación a gran escala (Gliessman, 2015).

Este trabajo propone un modelo metodológico de muestreo de suelos que busca no solo evaluar la variabilidad espacial del suelo con alta precisión, sino también integrar un enfoque agroecológico centrado en la recuperación de los suelos agrícolas. En este sentido, el propósito final de este sistema no se limita a mejorar la productividad, sino que apunta a la restauración de la salud del suelo mediante prácticas sostenibles, descartando el uso de agroquímicos y promoviendo la aplicación de bioinsumos. Estas enmiendas naturales, además de reducir el impacto ambiental, contribuyen al restablecimiento de ciclos ecológicos esenciales, como el del carbono, facilitando la recarbonización de los suelos y mejorando su estructura y fertilidad a largo plazo.

La propuesta metodológica, denominada Modelo de Muestreo Superficie/Peso, utiliza herramientas de teledetección, análisis espacial y geoestadística bajo plataforma de un SIG, para diseñar un muestreo sistemático adaptado a la variabilidad del suelo. Este modelo constituye un primer paso hacia la implementación de estrategias de recuperación del suelo que no solo optimicen el uso de recursos, sino que también reduzcan las emisiones de carbono asociadas a prácticas agrícolas convencionales.

El modelo SP responde a la necesidad de integrar la tecnología con prácticas

sostenibles para evaluar, caracterizar y recuperar suelos de manera precisa y eficiente. Su aplicación permite la generación de mapas detallados de fertilidad, facilitando la toma de decisiones agronómicas fundamentadas y evitando la aplicación indiscriminada de insumos que pueden causar desequilibrios ecológicos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño Experimental**

La investigación se llevó a cabo en la finca San Benito, ubicada en el sector Los Pozones, El Vigía, municipio Alberto Adriani del estado Bolivariano de Mérida. Se seleccionó una parcela de cinco lotes de terreno para un total de 22,44 ha para la implementación del modelo SP. Se realizaron ocho (8) pasos o etapas, que incluyeron cuatro visitas de campo, dos fases de proceso de cálculo, y dos análisis de laboratorio de suelos.

**Paso 1 (Primera visita a campo):** Levantamiento topográfico mediante Estación Total, drones e imágenes satelitales, identificando las unidades de suelo y estableciendo una base para la zonificación del muestreo. (Figura 1).

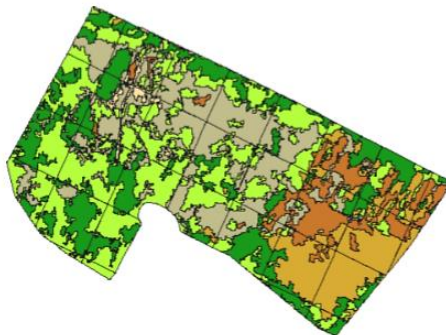


**Figura 1.** Imagen aérea de la parcela con sus cinco (5) lotes y levantamiento topográfico.

**Paso 2. Primer Proceso de Cálculo:** En esta etapa se realizó una segmentación y posterior clasificación de la imagen obtenida con el dron. A partir de las diferencias en color, tonalidades y texturas del suelo, se determinó la variabilidad espacial presente, identificando los distintos tipos de suelo y otros elementos clave, como arbustales, cuerpos de agua, estructuras, coberturas boscosas, entre otros.

Para llevar a cabo este proceso, se utilizó el software eCognition Developer, una herramienta avanzada que permite realizar análisis de datos geospaciales basado en objetos, optimizando la identificación y diferenciación de unidades homogéneas dentro del paisaje.

Utilizando el software libre Quantum GIS, se diseñó una cuadrícula adaptada a las dimensiones del área levantada topográficamente, la cual fue superpuesta con la imagen previamente clasificada. Este proceso permitió cortar y segmentar la imagen, haciendo independientes los elementos contenidos en cada cuadrante (Figura 2).



**Figura 2.** Clasificación de la imagen y diseño de cuadrantes.

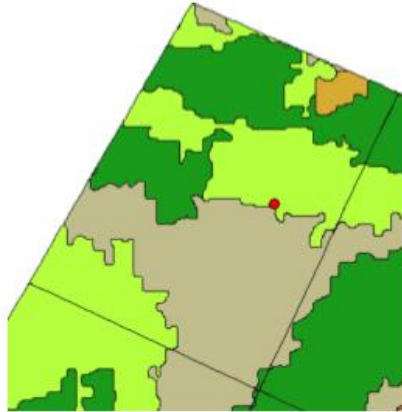
A continuación, se calcularon las áreas de cada polígono dentro de cada cuadrante, estableciendo una relación proporcional Superficie-Peso. En este esquema, la suma de los polígonos efectivos (tipos de suelo) dentro de un cuadrante representará el 100% del área, mientras que los polígonos

correspondientes a elementos distintos al suelo (arbustales, cuerpos de agua, estructuras, etc.) tendrán un valor de 0. La proporción de área de cada polígono efectivo determinará la cantidad de muestra de suelo que este representa, en función de un kilogramo (1 kg) de muestra total por cuadrante.

Finalmente, se seleccionaron los puntos de muestreo dentro de cada cuadrante para su posterior interpolación geoestadística. La ubicación de estos puntos se determinó en función de las intersecciones con los polígonos de suelo, priorizando aquellos de mayor área. Además, se consideró la proximidad entre los puntos y los polígonos no interceptados, con el fin de garantizar que los polígonos de suelo más representativos tuvieran prioridad en la variabilidad espacial al momento de ubicar el punto muestral (Figura 3).

**Paso 3 (Segunda visita a campo):** Se realizó el muestreo de suelos basado en el modelo SP, donde cada submuestra se ponderó según el área relativa de cada tipo de suelo dentro de los cuadrantes diseñados.

Para lograr esto, se ubicaron los puntos muestrales en el terreno utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), siguiendo la codificación asignada en el análisis anterior. A partir de cada punto, se tomaron submuestras de suelo correspondientes a cada polígono identificado en el cuadrante. Estas submuestras se ponderaron en función del área de cada polígono: un polígono de mayor dimensión tendrá un peso proporcionalmente mayor en la muestra final, mientras que uno de menor dimensión aportará una proporción más reducida. El resultado una mezcla homogénea de submuestras que sumaron exactamente 1 kg.



**Figura 3.** Asignación de puntos muestrales.

Cada acción de muestreo se georreferenció directamente en el GPS, lo que facilitó una toma rápida y precisa. Para optimizar el proceso, fue necesario llevar envases de diferentes capacidades (por ejemplo, 10 g, 50 g, 100 g, 250 g, y 500 g) que permitieron recolectar submuestras según el peso calculado previamente.

La técnica de extracción es similar a los métodos convencionales: se utilizó un barreno para tomar una muestra representativa de suelo de cada polígono. El suelo extraído se pesó y se depositó en el envase correspondiente, asegurando que las proporciones siguieran los cálculos realizados dentro del SIG. Posteriormente, las submuestras se mezclaron y se colocaron en una bolsa plástica de 1 kg previamente identificada, usándose doble bolsa para proteger la etiqueta y evitar contaminaciones o pérdidas durante el transporte. En total se tomaron 22 muestras, una por cada cuadrante.

**Paso 4 (Primer análisis de laboratorio):** Las muestras fueron llevadas a laboratorio, donde se les realizaron los análisis correspondientes de la fertilidad del suelo en tres dimensiones clave: física, química y biológica, siguiendo la metodología sugerida por el "Manual de Métodos de Referencias para Análisis de Suelos para Diagnostico de Fertilidad" (MAC-FONAIAP 1990).

### **Variables Físicas:**

- **Textura:** Calculo de los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en la muestra para determinar su clase textural.
- **Humedad Aprovechable (Ha):** Capacidad del suelo para retener agua disponible para las plantas.
- **Densidad Aparente (Da):** Relación entre el peso del suelo seco y el volumen que ocupa, indicador importante para evaluar la compactación y porosidad del suelo.
- **Variables Químicas:**
- **Reacción del suelo medido a través del pH:** Indicador de la acidez o alcalinidad del suelo.
- **Bases Intercambiables:**
  - a) Potasio (K): Nutriente esencial para el desarrollo de raíces y la resistencia a enfermedades.
  - b) Sodio (Na): Presencia excesiva puede afectar la estructura del suelo y la disponibilidad de agua.
  - c) Magnesio (Mg): Nutriente crítico para la fotosíntesis.
  - d) Calcio (Ca): Fundamental para la estructura celular y la regulación del pH.
- **Acidez Intercambiable (Ai):** Mide el contenido de acidez disponible para intercambios químicos en el suelo.
- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Habilidad del suelo para retener y liberar nutrientes esenciales para las plantas.

### **Variables Biológicas:**

- **Materia Orgánica (MO):** Indicador de la cantidad de carbono orgánico presente, crucial para la salud y fertilidad del suelo.
- **Nitrógeno (N):** Nutriente primario para el crecimiento vegetal, clave en procesos metabólicos.

- **Fósforo (P):** Esencial para la formación de raíces, flores y frutos.

El análisis de estas variables permitió una caracterización integral del suelo, identificando tanto sus fortalezas como las limitaciones que puedan requerir corrección. Este enfoque sistemático facilitó el diseño de estrategias de manejo adaptadas a las condiciones específicas de cada tipo de suelo identificado en el área de estudio.

Además, los resultados del laboratorio sirvieron como base para elaborar recomendaciones sobre enmiendas, fertilización y prácticas sostenibles de manejo del suelo, asegurando que la productividad agrícola pueda maximizarse sin comprometer la salud del ecosistema.

**Paso 5 (Segundo Proceso de Cálculo):** Para generar superficies predictivas que representen la distribución espacial de cada variable (física, química y biológica), se utilizó el módulo de geoestadística disponible en Quantum GIS.

El proceso de interpolación se llevó a cabo mediante el método de Kriging Ordinario, el cual es especialmente adecuado para variables que presentan continuidad espacial y se distribuyen de forma no uniforme. Este método emplea un modelo de semivarianza para predecir valores en ubicaciones no muestreadas, minimizando el error de predicción.

Aplicación de enmiendas agrícolas según los mapas de fertilidad generados, utilizando encalado para regular el pH y biofertilizantes en zonas con baja materia orgánica.

Para cada una de las 13 variables (físicas, químicas y biológicas) tomadas de Dávila (2011), se generó un mapa de interpolación, proporcionando valores predictivos continuos para toda el área levantada topográficamente. Esto significa que cualquier punto dentro del área de estudio tendrá un valor asociado correspondiente a cada variable evaluada.

Una vez obtenidos los mapas predictivos, se procedió a realizar un análisis integrado en el SIG, para obtener un Mapa de Fertilidad Total (FQB), identificando las áreas con mejores y peores condiciones del suelo. Para esto, se consideró lo siguiente:

- Asignación de ponderaciones: Cada variable predictiva se ponderó según un criterio determinístico basado en la calidad de sus valores. Los pesos de las variables se tomaron de un trabajo previo elaborado por Dávila (2011).
- Se asignó un peso mayor a las condiciones óptimas (valores ideales según criterios técnicos o normativos) y un peso menor a las condiciones menos favorables. Por ejemplo, un pH dentro del rango ideal para el cultivo seleccionado tendrá un mayor peso en comparación con un pH más ácido o alcalino.
- Normalización de valores: Antes de realizar la suma ponderada, los valores de cada mapa se normalizaron para asegurar la comparabilidad entre variables. Esto se logró a través de técnicas como la escala min-max o z-score, garantizando que las diferencias de rango entre las variables no afecten la ponderación final.
- Se realizó una suma ponderada de mapas: Una vez asignadas las ponderaciones, los mapas predictivos se sumaron pixel a pixel. Este proceso permitió identificar las áreas donde confluyen las mejores condiciones para todas las variables, generando el Mapa FQB (Figura 4).



**Figura 4.** Mapa de fertilidad FQB.

**Paso 6 (tercera visita a campo):** A partir del mapa FQB, se determinaron las deficiencias presentes en el suelo, por lo que una vez nuevamente en la finca, se instruyó al propietario a realizar las enmiendas correspondientes, según las zonas identificadas dentro del mapa.

**Paso 7 (cuarta visita a campo):** Una vez realizadas las enmiendas del Paso 6, se procedió a validar el modelo visitando por última vez la finca San Benito. Para validar el modelo se procedió a tomar 22 muestras, dentro de los 22 cuadrantes diseñados previamente, sin considerar la posición de estos puntos dentro de cada cuadrante, es decir, de manera aleatoria a diferencia de cómo se realizó el primer muestreo que estaba sujeto a la variabilidad espacial.

**Paso 8 (Segundo análisis de laboratorio):** en este paso final, se llevaron las muestras al laboratorio para ser analizadas, pero esta vez considerando únicamente las variables con deficiencias que arrojó el mapa FQB.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó en el Paso 5, los datos fueron procesados en un SIG utilizando interpolación Kriging para generar mapas de fertilidad del suelo. En el

mapa FQB se determinó que la variable con mayor deficiencia en zonas diferenciadas de los cinco lotes que conforman el terreno, fue el pH, por lo que se procedió a realizar un encalado (Paso 6) a fin de corregir las deficiencias. Para comprobar la efectividad de la enmienda realizada y a su vez del modelo SP, teniendo los resultados de laboratorio del segundo muestreo (Paso 8), se aplicó un análisis de correlación de Pearson en Excel, para evaluar la precisión de las predicciones del modelo, obteniendo un coeficiente de 0.88, lo que indica una alta confiabilidad (Figura 5).

	Asignado(pH)	Predicho(pH)
1		
2		
3		
4	X	Y
5	5.04	5.09
6	4.98	5.11
7	5.21	5.23
8	5.87	5.34
9	4.76	5.01
10	5.02	5.24
11	5.08	5.32
12	5.05	5.37
13	5.80	5.47
14	5.82	5.7
15	5.5	5.54
16	5.04	5.45
17	4.88	5.31
18	5.05	5.64
19	5.25	5.56
20	5.43	5.39
21	5.57	6
22	6.15	5.88
23	6.09	6.09
24	6.33	6.11
25	6.04	6.35
26	5.95	6.09

Coeficiente Pearson  
0.8808912

$$r = \frac{\sum(xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sqrt{\sum(xi - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum(yi - \bar{y})^2}}$$

**Figura 5.** Calculo coeficiente de Pearson para los valores de pH y los valores predichos por el modelo SP.

El modelo SP permitió identificar zonas con deficiencias específicas en fertilidad, evitando la aplicación innecesaria de fertilizantes. La validación de los mapas generados mostró mejoras significativas en los indicadores de calidad del suelo tras la aplicación de enmiendas. Estudios previos han demostrado la eficacia del uso de SIG y geoestadística en la evaluación de suelos (Goovaerts, 1999; McBratney et al., 2003). Sin embargo, la mayoría de estos enfoques no han

integrado un modelo que combine precisión y sostenibilidad. En este sentido, el modelo SP representa un avance significativo al vincular herramientas de agricultura de precisión con principios agroecológicos.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El Modelo de Muestreo Superficie-Peso (SP) representa un avance significativo en la manera en que se evalúa la fertilidad del suelo dentro de la Agricultura de Precisión. A diferencia de los métodos tradicionales de muestreo, este enfoque permite una caracterización más detallada del comportamiento del suelo, proporcionando información de alta resolución que facilita la toma de decisiones fundamentadas en la gestión agrícola. La combinación de técnicas de geoprocesamiento, geoestadística y evaluación de variables edáficas no solo permite identificar con precisión las deficiencias del suelo, sino que posibilita la aplicación de enmiendas a escalas espaciales más pequeñas, incluso a nivel de metro cuadrado. Esto se traduce en un uso más eficiente de los insumos agrícolas, una reducción en los costos de producción y una menor afectación del entorno natural.

Más allá de la optimización de recursos, el modelo SP constituye una herramienta clave para la agroecología, al facilitar prácticas agrícolas regenerativas que mejoran la salud del suelo y aumentan su capacidad para capturar carbono. Su capacidad para proporcionar un diagnóstico detallado, comparable al "ADN del suelo", permite diseñar estrategias de manejo que priorizan el uso de bioinsumos, minimizan la dependencia de fertilizantes sintéticos y favorecen la restauración de los ecosistemas agrícolas degradados. La integración de este modelo con prácticas como la aplicación diferenciada de compost, la implementación de cultivos de cobertura y la planificación de sistemas agroforestales contribuye a la recuperación de la estructura edáfica, la mejora de la biodiversidad funcional y el incremento de la resiliencia del

agroecosistema frente a perturbaciones externas.

Asimismo, la posibilidad de generar mapas predictivos de fertilidad con alta precisión permite el desarrollo de planes de manejo diferenciados según las necesidades específicas de cada unidad de suelo. Esto tiene implicaciones directas en la sostenibilidad de los sistemas productivos, al reducir la sobreexplotación de suelos, minimizar el impacto ambiental y mejorar la eficiencia en la producción agrícola. Además, la integración del modelo SP con tecnologías de monitoreo continuo posibilita la evaluación de la efectividad de las prácticas agroecológicas implementadas, asegurando ajustes oportunos para potenciar los procesos de regeneración del suelo.

Si bien la inversión inicial en la implementación del modelo SP puede ser mayor en comparación con métodos tradicionales de muestreo, los beneficios económicos y ambientales a largo plazo justifican ampliamente su adopción. La optimización en el uso de insumos, la reducción en la degradación del suelo y la mejora de la rentabilidad agrícola hacen que este modelo se posicione como una herramienta esencial para la agricultura del futuro. Su capacidad para conectar la precisión tecnológica con los principios agroecológicos lo convierte en un puente estratégico hacia una producción agrícola más sostenible, resiliente y eficiente.

No obstante, los resultados obtenidos en este estudio son preliminares. Si bien los datos arrojados han sido prometedores y validan parcialmente la metodología, es necesario ampliar su aplicación en diferentes contextos edáficos para evaluar su comportamiento frente a otras variables del suelo. Futuros estudios deberán centrarse en su implementación en distintos tipos de cultivos, condiciones climáticas y sistemas productivos, lo que permitirá consolidar el modelo SP como una metodología robusta y adaptable para la gestión agroecológica y de precisión en la recuperación de suelos degradados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AbdelRahman, M. A. E., Farg, E., Saleh, A. M., & et al. (2022). **Mapping of soils and land-related environmental attributes in modern agriculture systems using geomatics.** *Sustainable Water Resources Management*, 8, 116. <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00704-2>.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). **Agroecology: A Transdisciplinary, Participatory and Action-Oriented Approach.** *Agronomy for Sustainable Development*, 37(3), 1-12.
- Dávila, M. (2011). **Evaluación Edáfica en Sistemas Silvopastoriles.** Editorial Académica Española.
- Gleissman, S. R. (2015). **Agroecology: The ecology of sustainable food systems (2nd ed.).** CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18963>.
- Goovaerts, P. (1999). **Geostatistics in soil science: State-of-the-art and perspectives.** *Geoderma*, 89(1-2), 1-45. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00078-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00078-0).
- MAC-FONAIAP (1990). **Manual de Métodos de Referencias para Análisis de Suelos para Diagnóstico de Fertilidad.**
- McBratney, A. B., Mendonça Santos, M. L., & Behrens, T. (2003). **On digital soil mapping.** *Geoderma*, 117(1-2), 3-52. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00223-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00223-4).
- Roel, Á., & Terra, J. (2006). **Muestreo de suelos y factores limitantes del rendimiento.**
- En R. Bongiovanni, E. C. Mantovani, S. Best, & Á. Roel (Eds.). **Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable.** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); PROCISUR. *agronómicas*, No. 36:11-13. (pp. 65-79).

## NEMATODOS FITOPARASÍTICOS ASOCIADOS CON EL CULTIVO DE PAPA EN EL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.

### PHYTOPARASITIC NEMATODES ASSOCIATED WITH POTATO CULTIVATION IN MÉRIDA STATE, VENEZUELA.

<sup>1</sup>Lugo Zunilde, <sup>2</sup>Perichi Guillermo, <sup>3</sup>Salas José, <sup>4</sup>Urbina Francy, <sup>5</sup>Boscán Katherina, <sup>6</sup>Rojas Katty, <sup>7</sup>Holmquist Otón, <sup>8</sup>Torres José.

<sup>1</sup>INIA-Mérida, Laboratorio de Fitopatología, Departamento de Nematología Agrícola. Estado Mérida-Venezuela. Email: [zunildelugofaria@gmail.com](mailto:zunildelugofaria@gmail.com). ORCID: 0009-0004-6306-7306. Teléfono: 0414-9707858.

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV). Apdo. 4579. Maracay, estado Aragua. Email: [guillermo.perichi@ucv.ve](mailto:guillermo.perichi@ucv.ve), ORCID: 0000-0002-9414-4683. Teléfono: 0416-3477188.

<sup>3</sup>INIA-Mérida, Laboratorio de Producción. Programa Producción de Semilla de Papa. Estado Mérida-Venezuela. Email: [horticola200@gmail.com](mailto:horticola200@gmail.com). ORCID: 0009-0006-7975-5458. Teléfono: 0414-7443822.

<sup>4</sup>INIA-Mérida, Laboratorio de Biología Molecular. Estado Mérida-Venezuela. Email: [francimariuc@gmail.com](mailto:francimariuc@gmail.com). ORCID: 0009-0008-8503-1944. Teléfono: 0414-7004747.

<sup>5</sup>INIA-Mérida. Apdo. 5101. Estado Mérida. Email: [k\\_boscan@yahoo.com](mailto:k_boscan@yahoo.com). ORCID: 0000-0001-5296-3736. Teléfono: 0426-9278988.

<sup>6</sup>Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP). Mérida-Venezuela. Email: [kmarilin2025@gmail.com](mailto:kmarilin2025@gmail.com). ORCID: 0000-0003-2616-0785. Teléfono: 0424-7628230.

<sup>7</sup>Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida-Venezuela. Email: [oholmquistch@gmail.com](mailto:oholmquistch@gmail.com). ORCID: 0009-0000-6411-6545. Teléfono: 0414-7009535.

<sup>8</sup>INIA-Mérida, Laboratorio de Suelos, Departamento de Suelos. Estado Mérida-Venezuela. Email: [chemi65@gmail.com](mailto:chemi65@gmail.com). ORCID: 0000-0002-2488-9567. Teléfono: 0424-5699467.

**Fecha de Inicio:** 15/01/2022

**Fecha de finalización:** 15/01/2024

#### RESUMEN

El estado Mérida es considerado la principal zona productora de papa (*Solanum tuberosum*) en Venezuela. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar los principales géneros de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de papa, así como sus respectivos

porcentajes de ocurrencia (frecuencias) y densidades poblacionales promedio. Se analizaron un total de 172 muestras de suelo recolectadas en 12 municipios productores de papa, ubicados entre 1608 y 3282 m.s.n.m. Las muestras fueron procesadas mediante el método de Cobb modificado y Fenwick, utilizando 100 cc de suelo; posteriormente, los géneros fueron identificados mediante un estereoscopio. Los resultados demostraron la presencia de la especie *Globodera rostochiensis* y de doce géneros de nematodos asociados al cultivo de papa: *Aorolaimus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Hemicriconemoides*, *Mesocriconemoides*, *Longidorus*, *Radopholus* y *Xiphinema*. De los nematodos encontrados, *Globodera rostochiensis* se reporta como el fitonematodo de mayor riesgo para el cultivo de papa, ya que se encontró en todos los municipios muestreados, con una densidad poblacional promedio de 29 quistes viables por 100 cm<sup>3</sup> de suelo en muestras procedentes de Pueblo Llano.

**Palabras clave:** *Globodera rostochiensis*, *Solanum tuberosum*, *Helicotylenchus*, nematodos, papa.

#### ABSTRACT

The state of Mérida is considered the main potato (*Solanum tuberosum*) producing area in Venezuela. Therefore, the objective of this study was to identify the main genera of plant-parasitic nematodes associated with potato cultivation, as well as their respective occurrence percentages (frequencies) and average population densities. A total of 172 soil samples were analyzed, collected from 12 potato-producing municipalities located between 1608 and 3282 m.a.s.l. The samples were processed using the modified

Cobb and Fenwick methods, using 100 cc of soil; subsequently, the genera were identified using a stereoscope. The results demonstrated the presence of the species *Globodera rostochiensis* and twelve genera of nematodes associated with potato cultivation: *Aorolaimus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Hemicriconemoides*, *Mesocriconemoides*, *Longidorus*, *Radopholus*, and *Xiphinema*. Among the nematodes found, *Globodera rostochiensis* is reported as the most significant phytoparasitic nematode for potato cultivation, as it was found in all sampled municipalities, with an average population density of 29 viable cysts per 100 cm<sup>3</sup> of soil in samples from Pueblo Llano.

**Keywords:** *Globodera rostochiensis*, *Solanum tuberosum*, *Helicotylenchus*, nematodes, potato.

## INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los alimentos más completos para la alimentación humana y es una fuente nutricional de proteínas, vitaminas y minerales de alta calidad (Lima et al., 2016). Sin embargo, a nivel mundial se presentan limitaciones en la producción debido a los patógenos que influyen adversamente, los cuales pueden causar pérdidas significativas en el rendimiento y reducir la calidad de los tubérculos (Jiménez et al., 2007; Lugo et al., 2016). Se han encontrado asociadas al cultivo de papa más de 140 especies de nematodos fitoparásitos, distribuidos en 45 géneros, que en promedio causan pérdidas anuales de producción estimadas en un 12% (Koenning y Barker, 1998; Vera et al., 2015). Sin embargo, pueden darse pérdidas de hasta el 100% (Pinheiro y Lopes, 2011), limitando así la producción de este cultivo.

El Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT, 2019)

reportó que la producción de papa en Venezuela para el año 2018 fue de 38.930 toneladas, distribuidas de la siguiente manera: el 53% proviene del estado Mérida, mientras que los estados Táchira y Trujillo concentran alrededor del 14% cada uno, y Lara un 10% (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, 2019). El estado Mérida es el primer productor de papa del país, con 8905 ha sembradas y una producción de 218.478,2 t para el año 2024 (INSAI, 2024-conversación personal), siendo los principales municipios paperos Pueblo Llano, Rangel, Arzobispo Chacón, Cardenal Quintero, Rivas Dávila, Campo Elías, Santos Marquina y Miranda. Sin embargo, en estas zonas se presentan limitaciones en la producción debido al inadecuado manejo del cultivo frente a la presencia de enfermedades y plagas, lo que favorece el incremento poblacional de los patógenos presentes, además de propiciar la introducción de otros. Una de estas malas prácticas es el sistema de monocultivo, que trae como consecuencia el incremento de daños por patógenos presentes en el suelo y una reducción en la rentabilidad del cultivo (Jiménez et al., 2007; Vera et al., 2013).

Entre los nematodos que a nivel mundial influyen negativamente en la producción de papa se encuentran el nematodo más representativo, el género *Globodera* (Pacajes et al., 2002), presente principalmente en climas fríos de la región tropical y subtropical; *Meloidogyne* y *Ditylenchus*, presentes en climas más cálidos de Norte y Suramérica; y *Pratylenchus*, que también afecta de manera importante el rendimiento del cultivo (Carta et al., 2005). Además, *Meloidogyne*, debido a su estrecha relación con el hospedante, puede afectar también a los tubérculos, lo que facilita su dispersión de un campo a otro mediante tubérculo-semilla; como ocurre con *Globodera*, que se disemina mediante el suelo adherido a los tubérculos (González y Franco, 1997; Jiménez et al., 2007; Vera et al., 2013).

El nivel de daño causado por nematodos depende del grado de asociación hospedante-nematodo, de la especie o raza, de la densidad poblacional del nematodo, de la susceptibilidad del hospedante, de las condiciones del suelo, del

ambiente y de la interrelación entre los nematodos y otros organismos fitopatógenos. La combinación de todos estos factores determina la severidad de la enfermedad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recolectaron y analizaron un total de 165 muestras de suelo procedentes de los siguientes municipios productores de papa del estado Mérida: Andrés Bello, Arzobispo Chacón, Campo Elías, Cardenal Quintero, Guaraque, Libertador, Miranda, Rangel, Rivas Dávila, Pueblo Llano y Santos Marquina, los cuales están ubicados a una altitud que oscila entre los 1.109 y 2.950 m.s.n.m. Cada muestra representó una superficie de una hectárea y estuvo compuesta por 10 submuestras recolectadas en los extremos y en el centro del área. Las muestras se tomaron en áreas sembradas con papa o donde recientemente se había cultivado el tubérculo. Se recolectó suelo en la rizosfera de la planta, hasta una profundidad de 30 cm. Asimismo, se registraron las coordenadas geográficas de los municipios.

El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del INIA Mérida. La extracción de los nematodos del suelo se realizó analizando 100 cm<sup>3</sup> del mismo, procedentes de cada muestra compuesta, y se procesaron mediante el método de Cobb modificado. La limpieza se llevó a cabo con un filtro de algodón (Jatala et al., 1990), modificado por Crozzoli y Rivas (1987). Luego de 24 horas, se recogió la suspensión y se fijó en formol caliente (80°C) al 15% para ser almacenada para su posterior montaje, siguiendo la metodología empleada por Seinhorst (Jatala et al., 1990; Jiménez et al., 2007). Para la identificación de los géneros, se observaron características morfológicas y anatómicas, comparándolas con las descripciones señaladas en la literatura y claves taxonómicas (Cepeda, 1996; Mai y Mullin, 1996; Chaves et al 2019).

Para detectar la presencia de quistes de nematodos, se utilizaron muestras

de 100 cm<sup>3</sup> de suelo secadas a temperatura ambiente y procesadas por el método de Fenwick modificado. Para identificar la o las especies de *Globodera*, se procedió al montaje de la región posterior del quiste, siguiendo la metodología de Turner (1998) y Jiménez (2007). Posteriormente, con la ayuda de claves, dibujos obtenidos de trabajos originales y revisiones de géneros, se identificó la especie (Crozzoli, 2000; Siddiqi, M. R., 1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 13 géneros de nematodos fitoparásitos y una especie de *Globodera* asociada al cultivo de papa en los 12 municipios muestreados del estado Mérida. El 100 % de las parcelas muestreadas presentaron nematodos fitoparásitos.

**Ocurrencia y poblaciones de nematodos determinados:** Los nematodos reportados en el cultivo y que se encontraron con mayor frecuencia son:

Los géneros *Helicotylenchus* y *Globodera* fueron detectados en los 10 municipios muestreados y también fueron los que presentaron las poblaciones más elevadas (cuadros 1, 2 y 3). La especie de *Globodera* identificada corresponde a *G. rostochiensis*.

Las frecuencias y poblaciones de los nematodos encontrados variaron según el género y el municipio muestreado. Las frecuencias más altas correspondieron a *Globodera*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus*, mientras que las frecuencias más bajas se relacionaron con los géneros *Hemicriconemoides*, *Aorolaimus*, *Mesocriconemoides*, *Longidorus*, *Radopholus* y *Xiphinema* (Cuadros 2 y 3).

De estos nematodos determinados, los que se señalaron como patogénicos y que se encontraron con mayor frecuencia fueron: *G. rostochiensis*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus* (Kimpinski y Smith, 1988; Jiménez et

al., 2007; Matute et al., 2013).

*G. rostochiensis* fue detectado en todas las muestras procedentes de los 12 municipios (Cuadro 1), alcanzando una población máxima de 41 quistes/cm<sup>3</sup> de suelo en el municipio Rangel. Estos niveles poblacionales se ubican por encima del límite de tolerancia reportado por Jiménez et al. (2000), en investigaciones realizadas en el estado Lara, quienes indican que poblaciones por encima de 1,5 huevos/cm<sup>3</sup> de suelo inciden negativamente en el cultivo, donde se comprobó que el rendimiento en la variedad Andinita se reduce hasta el 73 %.

En el campo se observó que las plantas con elevadas poblaciones presentaban achaparramiento, amarillamiento del follaje y poco desarrollo radical, síntomas que concuerdan con los señalados por Jiménez (2007) y Turner et al. (1998), quienes demostraron que *G. rostochiensis* causa detrimento al sistema radical de la planta, reduciendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en un escaso desarrollo de la planta. El daño que ocasiona este nematodo al cultivo de papa no solo se atribuye a la reducción del rendimiento, sino que también provoca pérdidas de calidad al infectar el tubérculo, lo que favorece la propagación del patógeno al emplear tubérculos infestados como semillas para nuevas siembras. Además, en la zona, la papa es explotada intensivamente, en su mayoría en monocultivo.

**Cuadro 1.** Número de muestras positivas /total, rango poblacional (R) y población media (M) en el suelo (quistes viables/100 cm<sup>3</sup> de suelo) del nematodo *Globodera rostochiensis* en los municipios productores del estado Mérida.

Municipio	Muestra de suelo (Positiva/Total)	Suelo R	Suelo M
Andrés Bello	7/7	9/18	12
Aricagua	3/3	8/10	9
Arzobispo Chacón	22/22	5/38	13
Campo Elías	11/11	5/19	13
Cardenal Quintero	14/14	10/32	20
Guaraque	8/8	8/10	9
Libertador	26/26	6/35	4
Miranda	11/11	8/17	12
Pueblo Llano	3/3	27/31	29
Rangel	35/35	10/41	20
Rivas Dávila	6/6	6/18	8
Santos Marquina	26/26	9/41	26

El género *Meloidogyne* se encontró en 8 de los 10 municipios muestreados, con poblaciones de entre 1 y 4 individuos juveniles por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo, siendo las poblaciones más elevadas las correspondientes al municipio Cardenal Quintero (Cuadro 2). Sin embargo, en los municipios de Guaraque y Rangel, se observó una mayor dispersión, con porcentajes de ocurrencia del 25 % y 22,9 %, respectivamente (Cuadros 2 y 3).

La presencia de *Meloidogyne* en el 70 % de los municipios permite hacer un llamado de alerta, ya que este género es considerado importante en el cultivo debido al daño que ocasiona en las raíces y en el rendimiento de la planta. Desde los estudios iniciales sobre los nematodos asociados al cultivo de papa, *Meloidogyne* ha constituido uno de los géneros más frecuentemente registrados, afectando a muchas regiones de Suramérica, el sur de Europa, África, Rusia, India, Australia y EE. UU. (Walters et al., 1994; Jiménez, 2007; Desgarennnes et al., 2009; Vera et al., 2013).

**Cuadro 2.** Poblaciones de nematodos asociadas con el cultivo de papa en los municipios Andrés Bello, Aricagua, arzobispo Chacón, Campo Elías, Cardenal Quintero, Guaraque, Libertador y Miranda del estado Mérida. Porcentaje de ocurrencia, (%), poblaciones mínimas (m), máximas (mx) y promedio (p) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y número de muestras (n).

Municipio	Nematodo	%	m	mx	P
Andrés Bell0 (n=7)	<i>Helicotylenchus</i> sp.	14,3	3	3	3
Aricagua (n=3)	<i>Helicotylenchus</i> sp.	66	2	2	2
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	33,3	1	1	1
Arzobispo Chacón (n=22)	<i>Helicotylenchus</i> sp.	22,7	1	10	7
	<i>Meloidogyne</i> sp.	9,1	1	3	2
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	18,2	1	3	3
	<i>Pratylenchus</i> sp.	4,5	1	1	1
	<i>Ditylenchus</i> sp.	4,5	4	4	4
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	4,5	4	4	4
	<i>Radopholus</i> sp.	4,5	1	1	1
Campo Elías (n=11)	<i>Longidorus</i> sp.	4,5	2	2	2
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	36,4	1	2	2
	<i>Meloidogyne</i> sp.	18,2	1	1	1
	<i>Pratylenchus</i> sp.	9,1	2	2	2
	<i>Ditylenchus</i> sp.	9,1	1	1	1
	<i>Hemicriconemoides</i> sp	9,1	1	1	1
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	14,3	3	9	6
Cardenal Quintero (n=14)	<i>Meloidogyne</i> sp.	7,1	4	4	4
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	7,1	2	2	2
	<i>Pratylenchus</i> sp.	7,1	2	2	2
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	25	8	10	9
Guaraque (n=8)	<i>Meloidogyne</i> sp.	25	1	2	2
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	65,38	1	7	4
Libertador (n=26)	<i>Meloidogyne</i> sp.	3,9	1	1	1
	<i>Ditylenchus</i> sp.	3,9	1	1	1
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	3,9	1	1	1
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	81,8	1	12	4
Miranda (n=11)	<i>Meloidogyne</i> sp.	9,1	1	1	1
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	9,1	5	5	5
	<i>Pratylenchus</i> sp.	9,1	2	2	2
	<i>Ditylenchus</i> sp.	9,1	3	3	3

**Cuadro 3.** Poblaciones de nematodos asociadas con el cultivo de papa en los municipios Pueblo Llano, Rangel, Rivas Dávila y Santos Marquina del estado Mérida. Porcentaje de ocurrencia, (%), poblaciones mínimas (m), máximas (mx) y promedio (p) en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y número de muestras (n).

Municipio	Nematodo	%	m	mx	p
Pueblo Llano (n=3)	<i>Helicotylenchus</i> sp.	66,7	2	8	6
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	66,7	2	6	4
	<i>Ditylenchus</i> sp.	33,3	2	2	2
	<i>Aorolaimus</i> sp.	66,7	2	3	3
	<i>Hemicriconmoides</i> sp.	66,7	2	3	3
Rangel (n= 35)	<i>Helicotylenchus</i> sp.	51,4	1	9	4
	<i>Meloidogyne</i> sp.	22,9	1	2	2
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	2,8	2	2	2
	<i>Pratylenchus</i> sp.	2,8	2	2	2
	<i>Ditylenchus</i> sp.	2,8	2	2	2
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	5,7	2	4	3
	<i>Hemicriconemoides</i> sp.	5,7	1	2	2
	<i>Mesocriconema</i> sp.	5,7	1	3	2
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	50	1	3	2
Rivas Dávila (n=6)	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	16,6	3	3	3
	<i>Pratylenchus</i> sp.	16,6	2	2	2
	<i>Ditylenchus</i> sp.	16,6	1	1	1
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	16,6	2	2	2
	<i>Radopholus</i> sp.	16,6	1	1	1
	<i>Longidorus</i> sp.	16,6	2	2	2
	<i>Helicotylenchus</i> sp.	50	1	11	4
Santos Marquina (n=26)	<i>Meloidogyne</i> sp.	15,4	1	2	3
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	15,4	2	2	2
	<i>Pratylenchus</i> sp.	3,8	5	5	5
	<i>Ditylenchus</i> sp.	3,8	2	2	2
	<i>Rotylenchulus</i> sp.	7,7	1	2	2
	<i>Hemicriconemoides</i> sp.	3,8	1	1	1
	<i>Mesocriconemoides</i> sp.	3,8	1	1	1
	<i>Xiphinema</i> sp.	7,7	1	1	1

La mayor población de *Meloidogyne* se encontró en muestras procedentes del municipio Cardenal Quintero, con 4 ejemplares por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo (Cuadro 2). Sin embargo, esta población de patógenos es baja y no causaría daños, pues según Flores et al. (2017), son necesarias poblaciones de al menos 10 individuos por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo. No obstante, en plantaciones comerciales con elevados niveles de infección, las plantas muestran síntomas de deficiencias nutricionales, clorosis, defoliación y agallas en las raíces, tal como

señalan Winslow (1979) y Walters et al. (1994). Estos investigadores revelaron que el daño ocasionado al cultivo de papa no solo se atribuye a la reducción del rendimiento por destrucción del sistema radical, sino que también ocasiona pérdidas de calidad al infectar el tubérculo, lo que favorece la propagación del patógeno al emplear tubérculos infestados como semillas para nuevas siembras.

El género *Pratylenchus* es considerado uno de los más patogénicos para el cultivo, destacando la especie *P. brachyurus* (s'Jacob et al., 1971). Investigaciones previas han reportado su asociación con la rizósfera de la papa en Venezuela (Renaud, 1985; Yépez et al., 1970).

La población más elevada del género *Pratylenchus* se detectó en plantaciones comerciales de papa en el municipio Santos Marquina, con 5 ejemplares por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo. Los síntomas característicos de las plantas afectadas por este nematodo incluyen la presencia de puntos necróticos en las raíces y un sistema radical de escaso desarrollo, lo que afecta el anclaje de la planta y reduce su capacidad de absorción de agua y nutrientes, como señalan Jiménez et al. (2007) y Jatala et al. (1990).

Estos autores reportan que el nematodo provoca una marcada destrucción y reducción del sistema radical secundario, lo que incide en la disminución del número y tamaño de los tubérculos. En el municipio Santos Marquina, donde se reportan las poblaciones más elevadas de este género, se verificó que los productores no realizan prácticas para el manejo y/o control de nematodos, siendo además recurrente el empleo de semillas producidas en las mismas parcelas.

Esto concuerda con lo señalado por Jiménez et al. (2007), quienes indicaron que estas prácticas en los sistemas de producción de papa ocasionan que el productor incurra en sucesivas reinfestaciones de los lotes, o incluso transporte el nematodo a lotes donde no estaba presente, ya que *Pratylenchus* puede atacar al tubérculo, convirtiendo de esta manera los tubérculos utilizados como semilla

en la principal fuente de inóculo.

El género *Rotylenchulus* está presente en 6 de los 10 municipios muestreados, presentando las poblaciones más elevadas en los municipios Arzobispo Chacón y Rangel, con 4 ejemplares por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo, respectivamente. Este género es de gran importancia, ya que, como señala Jiménez et al. (2007), está asociado con la rizósfera de todas las variedades de papa. Además, en zonas productoras de papa en Brasil, se ha señalado como uno de los nematodos capaces de causar daño en el cultivo (Moura et al., 2000).

El género *Ditylenchus* se encontró en 8 de los 12 municipios del estado Mérida (Cuadros 2 y 3), indicando que está bastante disperso, aunque en bajas poblaciones. Sin embargo, se debe tener cuidado con su dispersión e incremento de las poblaciones, ya que trabajos realizados por Carta et al. (2005) argumentan que este es un género a considerar porque afecta de manera importante el rendimiento del cultivo. Por otra parte, es importante considerar que algunas de las áreas destinadas a la producción de papa en el estado Mérida, en ocasiones, se rotan con el cultivo de ajo, en el cual se ha reportado *Ditylenchus dipsaci* en las localidades de Timotes y Apartadero, como lo cita Crozzoli et al. (2015) (comunicación personal con Arcia, 2010).

Se determinaron los nematodos pertenecientes al género *Helicotylenchus* en todos los municipios en estudio, pero con mayor densidad poblacional en Guaraque, con un promedio de 9 juveniles por cada 100 cm<sup>3</sup>. En el resto de los municipios, la densidad varió entre 7 y 2 juveniles por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo (Cuadros 2 y 3). Sin embargo, al estar presente en todos los municipios y no ser reportado como patogénico importante, se podría presumir que no están afectando significativamente el rendimiento del cultivo de papa (Kimpinski y Smith, 1988; Jiménez-Pérez et al., 2007; Al-Hazmi et al., 1993; Dao et al., 1971; Kimpinski, 1987; Yépez et al., 1970; Vera et al., 2015).

No obstante, recientemente González y Pomares (2022) y Guzmán et al 2020

señalaron que el género *Helicotylenchus* spp. se encuentra entre los nematodos que más afectan los cultivos tropicales. En sus investigaciones, encontraron que este nematodo presentó la mayor incidencia en la población, con una frecuencia del 80 al 100% tanto en el suelo como en las raíces.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los nematodos de los géneros *Xiphinema*, *Mesocriconema* y *Aorolaimus* evidencian la diversidad de nematofauna asociada con el cultivo. No obstante, no son patogénicos para el cultivo de papa (Al-Hazmi et al., 1993; S'Jacob et al., 1971; Kimpinski, 1987; Yépez et al., 1970).

Algunos de los géneros de nematodos encontrados en el presente trabajo también han sido reportados por otros autores. Así, Coyne et al. (2003) en Uganda, y Vera et al. (2015) en la provincia de Luya, Perú, en un estudio sobre nematodos asociados a raíces y tubérculos, también encontraron los géneros *Aphelenchoides*, *Helicotylenchus*, *Criconemella*, *Hemicycliophora*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Paratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Scutellonema*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchulus* y *Xiphinema*.

A pesar de la diversidad de nematodos fitoparásitos encontrados en los distintos municipios dedicados al cultivo de papa, *Globodera rostochiensis* constituye el nematodo de mayor importancia en el estado Mérida. El presente trabajo tuvo como resultado una frecuencia del 100 % en las muestras de suelo, siendo el mayor promedio poblacional en el municipio Pueblo Llano (29 juveniles por cada 100 cm<sup>3</sup> de suelo). Esto indica que, en los campos muestreados, algunos estaban presentes en grandes cantidades, evidenciando su alta capacidad de reproducción e interacción con su cultivo hospedante en condiciones ambientales apropiadas; esto ocasiona serias pérdidas en el rendimiento del cultivo (Franco y Gonzales, 2011; Crozzoli, 2015; Guzmán et al 2020).

Finalmente, la mezcla de diferentes géneros, especies y poblaciones de

nematodos en un mismo campo, como es el caso de los campos evaluados en el estado Mérida, es un aspecto que debe ser considerado al llevar a cabo un manejo de poblaciones con medidas fitosanitarias, incluyendo aspectos que no son considerados cuando se encuentra un solo género, especie o población de nematodo, tal como lo indican Cid del Prado et al. (2001) y Vera et al. (2015).

Los resultados demuestran la diseminación de *Globodera rostochiensis*, así como de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus* en el cultivo de papa en el estado Mérida. Se considera de gran importancia orientar investigaciones sobre *Globodera rostochiensis* que permitan conocer su distribución en los estados andinos productores de papa (Mérida, Táchira y Trujillo).

El objetivo es brindar a los productores opciones de terrenos con calidad sanitaria para la producción tanto de papa semilla (escalamiento) como de consumo, así como también evaluar alternativas de manejo para reducir las poblaciones y, de esta manera, disminuir la diseminación e infestación de nuevas parcelas con estos importantes patógenos. Igualmente, se busca incrementar los rendimientos (Anaya et al., 2005; Cordero et al., 2001; Crozzoli, 1990; Jiménez et al., 2007; Flores et al., 2017).

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a FONACIT- Venezuela (Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología) por el apoyo financiero mediante el proyecto PEI: “Estrategias Agroecológicas para el Control de Nematodos Fitoparasitarios Asociados a Cultivos Hortícolas (Papa y Ajo) en Diferentes Pisos Altitudinales de Venezuela (Mérida, Falcón y Trujillo)”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, G., Jiménez-Pérez, N., Rodríguez, D., Crozzoli, R., & Greco, N. (2005). **Respuesta de clones avanzados de papa al nematodo quiste, *Globodera rostochiensis*, y comportamiento en microparcelas de un clon resistente al nematodo.** *Nematropica*, 35, 145-154.
- Al-Hazmi, A., Ibrahim, M., & Abdul-Razig. (1993). **Distribution, frequency and population density of nematodes associated with potato in Saudi Arabia.** *Afro-Asian Journal of Nematology*, 3, 107-111.
- Carta, L. K., Handoo, Z. A., Powers, T. O., Miller, S. A., Pérez, R., & Ramírez, A. (2005). **Guidelines for isolation and identification of regulated nematodes of potato (*Solanum tuberosum* L.) in North America.** *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23, 211-222.
- Cepeda, M. (1996). **Nematología Agrícola.** México: Trillas.
- Chaves E, Mercedes E, Álvarez H y Salas A. (2019). **Clave para determinar géneros de nematodos del suelo de la república argentina.** Universidad Maimonies. <https://www.fundacionazara.org.ar/img/libros/clave-para-determinar-generos-de-nematodos-del-suelo-de-la-republica-argentina.pdf>.
- Cid del Prado, I., Tova, A., & Hernández, J. (2001). **Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México.** *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19, 32-39.
- Cordero, M., & Acevedo, R. (2001). **Efecto de seis enmiendas sobre el desarrollo de la papa 'Diacol Capiro' en un suelo infestado con *Globodera* spp.** *Fitopatología Venezolana*, 14, 24.
- Coyne, D. L., Talwana, H. A. L., & Maslen, N. R. (2003). **Plant-parasitic nematodes associated with root and tuber crops in Uganda.** *African Plant Protection*, 9, 87-98.
- Coyne, D. L., Nicol, J. M., & Claudius-Cole, B. (2007). **Practical plant nematology: A field and laboratory guide.** Cotonou, Benin: SP-IPM Secretariat International Institute of Tropical Agriculture (UTA).
- Crozzoli, R., & Rivas, D. (1987). **Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativa al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas.** *Fitopatología Venezolana*, 1, 42 (Resumen).
- Crozzoli, R. (1990). **Utilización de Aldicarb y Carbofuran para el control del nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis*).** *Fitopatología Venezolana*, 3, 9-10.
- Crozzoli, R. (2000). **Identificación de especies de la familia Criconematidae (Nematoda: *Tylenchida*) en Venezuela.** Tesis de Doctorado. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. 234 pp.
- Crozzoli, R., & Jiménez, N. (2015). **Una revisión de las especies de nematodos fitoparásitos en Venezuela.** *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*,

41(3), 117-126.

- Dao, F., & Gonzales, J. (1971). **El nematodo dorado de la papa *Heterodera rostochiensis* Woll. y su presencia en los Andes Venezolanos.** Agronomía Trópica, 21, 105-110.
- Desgarenes, D., Sánchez-Nava, P., Peña-Santiago, R., & Carrión, C. (2009). **Nematofauna asociada a la rizosfera de papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la zona productora del Cofre de Perote, Veracruz, México.** Revista Mexicana de Biodiversidad, 80, 611-614.
- Flores, Y., Bravo, R., & Lima, I. (2018). **Prospección de nematodos fitoparásitos en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) de la región Puno.** Revista de Investigaciones Altoandinas, 19(1), 11-20.
- Franco, J., & Gonzales, A. (2011). **Pérdidas causadas por el nematodo quiste de la papa (*Globodera* sp.) en Bolivia y Perú.** Revista Latinoamericana de la Papa, 16, 233-249.
- García, A. (2005). **Identificación de especies de nematodos fitopatógenos de los géneros *Globodera* spp. y *Meloidogyne* spp. por medio de dos técnicas moleculares.** Informe de Práctica de Especialidad de la Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Gonzales, A., & Franco, J. (1997). **Los nematodos en la producción de semilla de papa.** Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). Producción de tubérculos-semilla de papa, Núm. 3, 1-13.
- González, F y Pomares, R. 2022. **Ocurrencia de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las reservas naturales Miraflores y Tisey Estelí, 2022.** Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria – Facultad de Agronomía. Managua. 28 Pg.
- Guzmán, O. Zamorano, C. López H. (2020). **Interacciones fisiológicas de plantas con nematodos Fitoparásitos.** Boletín Científico. Centro de Museos de Historias Naturales. 24.(2). <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/3695>.
- Jatala, P., & Bridge, J. (1990). **Nematode parasites of root and tuber crops.** In M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (Eds.), Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (pp. 138-180). C.A.B. International.
- Jiménez-Pérez, N., Crozzoli, R., & Greco, N. (2000). **Effect of *Globodera rostochiensis* on the yield of potato in Venezuela.** Nematology Mediterranean, 28, 295-299.
- Jiménez-Pérez, N., Crozzoli, R., & Greco, N. (2007). **Nematodos fitoparasíticos asociados con el cultivo de la papa en el estado Lara, Venezuela.** Fitopatología Venezolana, 20, 34-40.
- Kimpinski, J. (1987). **Nematodes associated with potato in Prince Edward Island and New Brunswick.** Annals of Applied Nematology, 1, 17-19.
- Kimpinski, J., & Smith, E. (1988). **Nematodes in potato soils in New Brunswick.**

- Canadian Plant Disease Survey, 68, 147-148.
- Koenning, R., & Barker, K. R. (1998). **Developing sustainable systems for nematode management**. Annual Review of Phytopathology, 36, 165-205.
- Lima, M. I., Bellé, C., Casa, C. V. H., Da Silva, P. A., & Bauer, G. C. (2016). **Reacción de cultivares de batata a los nematoides-das-galhas**. Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas - Brasil.
- Lugo, Z., Crozzoli, R., Jiménez, N., Salas, J., Aguirre, Y., Gonzáles, L., Araujo, Y., & Graciani, M. (2016). **Distribución del nematodo quiste de la papa en zonas productoras de los Andes Venezolanos**. INIA Divulga, 33, 28-30.
- Mai, W. R., & Mullin, P. G. (1996). **Plant parasitic nematodes: A pictorial key to genera**. London: Cornell University Press.
- Matute, M., Manning, Y., & Kaleem, M. (2013). **Community structure of soil nematodes associated with *Solanum tuberosum***. Journal of Agricultural Science, 5, 44-53.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. (2019). **Evolución de la producción, la superficie y el rendimiento de rubros seleccionados en el período 1995-2018**. p. 41.
- Moura, R., & Pedrosa, E. (2000). **Plant parasitic nematode problems in Pernambuco and neighbour states: An overview in 2000**. Nematropica, 30, 139 (Resumen).
- Pacajes, G., Franco, J., Esprella, R., & Main, G. (2002). **Efecto de diferentes cultivos y prácticas culturales sobre la multiplicación del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en Bolivia**. Revista Latinoamericana de la Papa, 13, 52-65.
- Pinheiro, J. B., & Lopes, C. A. (2011). **Manejo integrado de nematoides en cultivos de batata**. In L. Zambolim (Ed.), Producción integrada de la batata (Vol. 2, pp. 69-94). Viçosa: Universo Agrícola.
- Renaud, J. (1985). **Consideraciones sobre *Pratylenchus*, Filipjev, 1936 (Nematoda: *Pratylenchidae*), contribución al conocimiento de especies encontradas en Venezuela**. Trabajo de ascenso. Barquisimeto, Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. 83 pp.
- Siddiqi, M. R. (1986). ***Tylenchida: Parasites of plants and insects***. Commonwealth Institute of Parasitology. St. Albans, U.K. 645 pp.
- s'Jacob, J. J., & Van Bezooijen, J. (1971). **A manual for practical work in nematology**. Wageningen: Agricultural University. The Netherlands. pp. 11-17.
- Turner, S. (1998). **Simple preparation, soil extraction and laboratory facilities for the detection of potato cyst nematodes**. In R. J. Marks & B. B. Brodie (Eds.), Potato cyst nematodes: Biology, distribution and control (pp. 75-90). CAB International.
- Turner, S. J., & Evans, K. (1998). **The origins, global distribution and biology of**

- potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone).** In R. J. Marks & B. B. Broodie (Eds.), Potato cyst nematodes: Biology, distribution and control (pp. 7-26). C.A.B. International.
- Vera, N., & Oliva, M. (2015). **Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Luya, Amazonas.** Revista Indes, 1(2), 94-101.
- Walters, S., & Barker, K. (1994). **Current distribution of 5 major Meloidogyne species in the United States.** Plant Disease, 78, 772-774.
- Winslow, R. D. (1979). **An overview of the important nematode pest of potato.** Report of the planning conference on the developments in the control of nematode pests of potatoes II. Lima, Perú. 193 pp.
- Yépez, G., & Meredith, J. (1970). **Nematodos fitoparásitos en cultivos de Venezuela.** Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay), 4, 33-80.

## **LA ECONOMÍA DE CONTRATOS: UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR LAS FALLAS DEL MERCADO, EL CASO DE INDUSTRIAS KELLY'S.**

### **ECONOMY BY CONTRACTS: AN ALTERNATIVE TO REDUCE MARKET FAILURES. CASE: KELLY'S FOOD INDUSTRIES.**

<sup>1</sup>Durán Eddy, <sup>1</sup>Cáceres Gladys.

<sup>1</sup>Maestría en Políticas Económicas, Políticas Fiscales y Tributarias y Políticas Agroalimentarias. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. E-mail: [eduran@ula.ve](mailto:eduran@ula.ve), ORCID: 0009-0003-3139-2617, [gladysca22@yahoo.com](mailto:gladysca22@yahoo.com), ORCID: 0000-0001-6181-6757

**Fecha de inicio:** 15/05/2013.

**Fecha de finalización:** 12/01/2018.

#### **RESUMEN**

En esta investigación se analiza las fallas de mercado que han estado presentes en los productores agrícolas, ubicados en Bailadores, Municipio Rivas Dávila Estado Mérida y Pueblo Hondo, Municipio Jáuregui, Estado Táchira. La mayoría de estos productores presentan grandes problemas relacionados con el acceso al financiamiento, adquisición de insumos, la asistencia técnica y la transferencia tecnológica. La justificación de esta investigación se basa en identificar y evaluar el desempeño de una empresa denominada Productos Alimenticios Kelly's; que se ocupa de la aplicación de un Modelo de Economía de Contratos, y que tiene en la actualidad sesenta productores afiliados. El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación de esquema mixto cualitativo-cuantitativo, documental y evaluativo a nivel de campo; mediante la aplicación de tres instrumentos dirigidos a productores asociados, productores de plántulas asociados y a técnicos de la empresa. Los resultados obtenidos, han permitido verificar que los productores encuestados están satisfechos de pertenecer a la empresa, principalmente porque

han mejorado sus sistemas de producción y la cadena de distribución, ya sea por el uso apropiado de los agroquímicos, la adecuada rotación de cultivos, la entrega justo a tiempo de los insumos, la asistencia técnica y transferencia tecnológica; además, de la responsabilidad social y ambiental asumida por la empresa. En este sentido, se observó que dicha empresa coopera en generar soluciones a las fallas de mercado y a la minimización de los costos de transacción, permitiendo elevar la productividad y sus beneficios económicos y sociales de los productores asociados.

**Palabras claves:** Fallas de mercado, economía de contratos, costos de transacción, Mérida, Táchira.

#### **ABSTRACT**

In this research the market failures that have been present in agricultural producers, located in Bailadores, municipio Rivas Dávila and Pueblo Hondo state Merida, municipality Jauregui, Tachira state is analyzed. Most of these producers have major problems related to access to financing, acquisition of inputs, technical assistance and technology transfer. The rationale for this research is based on identifying and assessing the performance of a company called Kelly's Food Products; which it deals with the application of a model Economy Contracts, and currently has sixty affiliated producers. The project was framed in the kind of qualitative and quantitative research, documentary and field-level evaluation mixed scheme; by applying three instruments to associated producers, seedling producers and technicians associated with the company.

The results obtained have allowed to verify that producers surveyed are satisfied to belong to the company, mainly because they have improved their systems of production and distribution chain, either by the appropriate use of agrochemicals, proper crop rotation, the just in time delivery of inputs, technical assistance and technology transfer; also social and environmental responsibility assumed by the company. In this regard, it was noted that the company cooperates in generating solutions to market failures and to minimize transaction costs, raising productivity and enabling economic and social benefits of the producer.

**Keywords:** market failures economy contracts, transaction costs, Merida, Tachira.

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación denominada Proceso Productivo, bajo un Modelo de Economía de Contratos, caso Industrias Kelly's. Bailadores municipio Rivas Dávila, estado Mérida, Pueblo Hondo municipio Jáuregui, estado Táchira, Venezuela.

Para los efectos de este artículo, se tomó valiosa información que ayuda a descifrar la importancia de la economía de contratos y se analiza la experiencia de los Productos Alimenticios Kelly's, donde se demuestra que cuanto más se formalizan estas relaciones contractuales; desde el punto de vista del conocimiento gerencial en el sistema de producción, mercado y calidad del producto; los beneficios socio-económicos y ambientales de los productores asociados son mayores.

La economía neoclásica y particularmente Pareto, sostiene que los contratos, para ser viables, tienen que ser eficientes, es decir, aquellos contratos que mejoran una de las partes sin perjudicar la otra. Por su parte, Coase (1937)

introdujo el papel de los costos de transacción en el establecimiento de un contrato; en su artículo “El problema del costo social” escribió: [...] para llevar a cabo una transacción de mercado es necesario descubrir con quién se quiere tratar, informar a las personas que uno quiere comerciar y en qué términos, conducir negociaciones que permitan alcanzar los acuerdos para elaborar dichos contratos. (Coase, 1937).

El contrato genera incentivos para que los agentes que intervienen en la transacción se involucren plenamente en el proceso, es decir, que el contrato es un eslabón más en la amplia red de instituciones presentes en todo tipo de transacciones, (Eggertsson y North, 1996). En este sentido, es muy importante que, en Venezuela, los productores puedan participar con conocimiento de su sector productivo y de sus estrategias de transacción en esta amplia red de instituciones que hoy en día está cada vez más opacada por la preponderancia del Estado sobre la economía.

Por otra parte, al observar el papel institucional en el marco de la política agrícola en la primera década del siglo XXI; cuyo propósito era estimular y facilitar la interacción y la concertación de los actores locales entre sí y entre ellos con los agentes externos relevantes, así como incrementar las oportunidades para que la población pobre participara en los procesos y en sus beneficios. En 1999, con la llegada de Hugo Rafael Chávez Frías a la presidencia de la República, significó el inicio de cambios graduales y continuos en la aplicación de un modelo económico endógeno con tendencia socialista que técnicamente privilegia el desarrollo de las potencialidades internas.

Sin embargo, esta propuesta de modelo ha sido completamente distorsionada principalmente por las medidas económicas que en lugar de estimular la producción han desactivado el sector productivo tales como expropiaciones de fincas, restricciones para importar y producir insumos agrícolas, importación de productos agroalimentarios por parte del Estado, con

costos muy bajos en comparación con los nacionales entre otras medidas y desde enero del 2003 se establecen los controles de precios, lo que desde entonces es una constante en la Venezuela de hoy; con el agravante, que estas medidas de control de cambio y de precios no han podido ganarle a la inflación y a la sobrevaluación de la moneda generando profundos desequilibrios tanto del sector productivo como del mercado.

Sobre todo, que el pequeño productor agropecuario andino, posee un limitado acceso al capital, al crédito, a la moderna tecnología, a la información estratégica de costos y mercados; además, cuando establece contratos agrarios de arrendamiento y aparcería, principalmente, solo es para obtener financiamiento; sin importar la productividad y competitividad de la producción y el mercado. Bajo estas condiciones contractuales, los productores contratantes, deben asumir una mayor proporción del riesgo del mercado. Además, la mayoría de estos productores no ejerce un control y conocimiento sobre la cadena productiva causando inestabilidades en la administración o gestión de los recursos.

A lo largo de estos catorce años se ha acentuado aún más la fragmentación de los agentes que intervienen en la cadena productiva de la mayoría de los rubros agrícolas; con un escenario de altos ingresos, provenientes de los elevados precios del petróleo, desestimulando e incrementando la desindustrialización del sector agroalimentario; priorizando la importación de bienes y debilitando sistemáticamente el sector industrial y por ende el agrícola que es el más afectado del país.

Este artículo pretende entonces, generar una reflexión sobre como incrementar las oportunidades de los pequeños productores en su desempeño productivo, de transformación y acceso al mercado.

La presencia de Productos Alimenticios Kelly's e implantación de un modelo de agricultura de contratos ha facilitado, que sus asociados eleven sus niveles de

calidad de vida en educación, salud, vivienda y estabilidad social; esta experiencia es una referencia importante para que los productores generen estructuras contractuales asociativas que no dependan del estado, sino de organizaciones privadas que predomine la gerencia con el conocimiento de la cadena productiva, la facilidad para acceder al financiamiento y a la tecnología y sobre todo que permita una agricultura sustentable en el tiempo; compatible con la protección de los recursos naturales renovables, que garantice el progreso económico de los agricultores y la seguridad agroalimentaria de la nación.

## **METODOLOGÍA**

### **Características generales, localización y ubicación del área de estudio:**

El esquema de agricultura de contratos aplicada por las Industrias Kelly's, en la población de Bailadores, estado Mérida y Pueblo Hondo estado Táchira, permitió medir el impacto de la aplicación del modelo de la agricultura por contratos y conocer si eran apropiados o no la adopción de estos nuevos esquemas de contratos, en una población con múltiples problemas económicos, sociales y ambientales que influyen en la calidad de vida de sus pobladores.

En este sentido, se examinó cualitativamente el aporte en el crecimiento económico, social y ambiental que genera la aplicación de un esquema de agricultura de contratos al desarrollo rural; a saber, si este tipo de organización puede ayudar a solucionar los problemas económicos concretos y estimular el crecimiento económico en las unidades de producción afiliadas a las Industrias Kelly's de la población en estudio.

Mediante la aplicación del instrumento estadístico (entrevista) se pudo definir los aportes en el campo económico, social y ambiental.

Los resultados, generados permitieron evaluar la actitud y percepción de la población y de los productores agrícolas en la población frente la adopción de estos nuevos esquemas de contratos. El propósito final de esta investigación es

la de facilitar la toma de decisiones en organizaciones públicas y/o privadas, así como, en los campos de producción y comercio.

**El desconocimiento del pequeño y mediano productor agropecuario en la integración de la cadena productiva, impide la eficiencia productiva y el acceso al mercado.**

El problema de eficiencia de los mecanismos de mercado y del Estado en la asignación y distribución de recursos, se manifiesta en particular al pequeño y mediano productor agropecuario; las fallas de mercado constituyen una de las mayores razones que afectan la productividad agrícola de una región y que impide por consiguiente la existencia de márgenes de ganancia óptimos para su reinversión.

El término de pequeño productor agropecuario, no es preciso, ya que puede englobar a pequeños productores empobrecidos, o bien pueden aludir pequeñas explotaciones en términos de su superficie y de su ocupación, altamente capitalizadas y de alta rentabilidad (Schejtman, 1998). El caso de Venezuela y en particular, en la región andina venezolana, el pequeño productor se caracteriza por el predominio de la mano de obra familiar en las tareas productivas, el limitado acceso al capital, al crédito, a la moderna tecnología, a la información estratégica de costos y visión gerencial. Esta situación, imposibilita sostener un proceso de acumulación y de reinversión en su unidad de explotación y le impide la inserción productiva y el acceso al mercado ya sea éste, el mercado de consumo final o una agroindustria procesadora.

Sin embargo, en la región andina también percibimos pequeños productores con un mayor acceso al capital y al crédito con una mayor rentabilidad en sus explotaciones, no obstante, carecen en su mayoría de un conocimiento del mercado y de sus costos de producción y mucho menos del acceso a la transformación agroindustrial.

La pobreza rural es la gran constante, el número de pobres rurales en América Latina no se ha reducido en las últimas tres décadas. Las limitaciones de los enfoques tradicionales sobre el desarrollo rural, omiten el alto grado de heterogeneidad que caracteriza a las sociedades rurales, al mundo de la pobreza, de la pequeña agricultura y de la pequeña empresa rural agrícola, se desconoce el carácter multidimensional de la pobreza rural y tienden a enfrentarla con respuestas únicas y parcializadas que no logran dar cuenta de la complejidad del fenómeno, sus causas y sus manifestaciones, (Chiriboga, 2002).

Las políticas y programas de las instituciones del sector público en particular de los ministerios de agricultura y de las agencias y organizaciones de desarrollo rural quedan reducidos a los aspectos relativos a la organización y funciones de estos organismos y no se relacionan con acciones orientadas a la transformación e integración de toda la cadena productiva del sector agrícola y particularmente agroalimentario. Una de las dificultades mayores es la poca participación y conocimiento de los productores agrícolas sobre los diferentes aspectos del mercado, para conocer los costos reales de producción, los mercados potenciales, las empresas de transformación industrial, las nuevas tecnologías; por el contrario, son los agentes de mercado quienes tienen el peso decisivo en el conocimiento de los precios, la demanda y las oportunidades y amenazas que puedan surgir.

Por otro lado, el papel de las instituciones para corregir estas fallas o ausencias de mercado frecuentes en el mundo rural, y que afectan en particular a los pequeños y medianos productores, es una tarea que aún no se visualiza de una manera global, es decir, aún no existe en Venezuela una política agrícola que esté integrada con las empresas agroindustriales, con el papel de los consumidores, así como, el desarrollo e interrelación con el núcleo urbano asociado a la transformación productiva y a las mejoras de las condiciones de vida y de trabajo de la población. Aunado a otras limitaciones, tales como, la

escasez de tierra disponible, capital financiero, maquinarias e insumos, precios regulados; dejando al pequeño productor desprovisto de mecanismos o herramientas clave para rentabilizar su negocio; actualmente se utilizan contratos agrarios de arrendamiento y aparcería de manera muy informal.

A continuación, se abordará porque suceden las fallas de mercado y cuáles son sus implicaciones en la eficiencia productiva.

**Los fallos de mercado no se resuelven solo con el decreto de una nueva ideología o manera de funcionar la economía y la sociedad.**

En economía “fallos de mercado” es el término usado para describir la situación que se produce cuando el suministro que hace un mercado de un bien o servicio no es eficiente, bien porque el mercado suministre más cantidad de lo que sería eficiente o también se puede producir el fallo porque el equilibrio del mercado proporcione menos cantidad de un determinado bien de lo que sería eficiente. Para los economistas, el término se aplica cuando la ineficiencia es particularmente dramática, o cuando se sugiere que una institución fuera del mercado (como el gobierno, una institución pública o un colectivo de personas asociadas) podría ser más eficiente y producir mejores resultados que iniciativas privadas de mercado.

Muchos fallos de mercado serían situaciones en que las fuerzas del mercado no ayudarían a garantizar el interés general y existe otra forma de organizar la producción o la asignación de bienes, de modo que, todo el mundo esté más satisfecho, en lugar de dejar la organización a los procedimientos del mercado. A veces los fallos de mercado son situaciones consideradas por algunos de tipo extraeconómico; como, por ejemplo, la sostenibilidad ecológica o los desequilibrios sociales que comprometen la continuidad de un determinado sistema económico. Actualmente, es común el enfoque de presentar ciertos resultados económicos a modo de teoremas que capturan las características

básicas de esas situaciones y las relaciones que guardan entre ellas.

El "fallo de mercado" no debe confundirse con una situación de "colapso económico" o con una disfunción en las reglas de mercado. Sólo debe usarse el término de "fallo de mercado", para referirse a una situación en la que el mercado falla a la hora de lograr eficiencia, en sentido económico. Ahora bien, cabe preguntarse qué debe hacer el productor agrícola venezolano, en situaciones donde el estado interviene el mercado interno con productos importados a precios sostenidos o como el estado-productor, en el caso de las fincas expropiadas. Estas situaciones eliminan competencia y merman aún más el rendimiento de las explotaciones agrícolas.

La implementación actual en Venezuela de nuevas formas de organización territorial, mediante una nueva configuración espacial, que parte de *consejos comunales* hasta la unión de los mismos, para conformar *comunas* que son entidades locales socialistas con una memoria histórica compartida, rasgos culturales, usos y costumbres, así como, las actividades productivas que le sirven de sustento. (Puerta, 2014). No obstante, las fallas del mercado están muy lejos de resolverse; ya que el desenvolvimiento del sector agrícola depende de las acciones propuestas o previstas por las decisiones gubernamentales, los cuales condicionan efectiva y significativamente las estructuras de costos de producción; a saber, los precios, salarios, tipo de cambio, tasas de interés y transferencias por subsidios entre otros. Además, los productores que obtienen financiamiento desde los *consejos comunales*, en la mayoría de los casos, no informan sobre la producción que llevan al mercado, por lo que no hay aporte social a la comunidad; a pesar que es una condición establecida en los créditos socioprodutivos, que son otorgados a los *consejos comunales*.

En el Estado Mérida, son muchas las fallas que existen tanto en la oferta y demanda en el mercado de productos agrícolas, a manera de ejemplo: los productores en ocasiones corren el riesgo de regresar con el producto, sobre

todo cuando hay sobreoferta, se fijan precios muy bajos y en consecuencia, el productor debe rematar la carga a como la paguen; resulta muy costoso el transporte alquilado hasta el mercado primario, la solución que han implementado algunos productores, es vender a puerta de finca pero venden a precios significativamente inferiores; cuando el rubro es escaso, se vende a muy buen precio, ya que el productor recibe un contravalor, con el que cubre con excedentes, sus costos de producción; los productores suelen comentar que los intermediarios siempre obtienen mayor beneficio, esté barato o caro el producto, siempre le ganan. En cuanto al valor agregado, la práctica más utilizada es la clasificación, los productores llevan sus productos clasificados, (principalmente por el tamaño), esta clasificación aplica para productos como: papa, cebolla, tomate, pimentón y zanahoria.

Al rubro que se le aplica el secado a exposición solar, es la cebolla; y el único rubro al que se le realiza lavado es a la zanahoria. La intermediación, también representa un riesgo, por la fluctuación de precios de un momento a otro, aunque el intermediario pudiera tener sus contactos en un mercado o en una plaza, pudiera pasar que, al llegar con su carga, el precio haya bajado o también haya subido, por lo que ellos al momento de negociar con el productor en el mercado, tienen en cuenta estas consideraciones y el precio de compra tiene en cuenta ese riesgo.

El intermediario que compra para llevar a otro Estado debe tomar las previsiones, para resguardar su carga hasta el lugar de destino en cuanto a condiciones climáticas, por lo que debe viajar de noche, aunque esto representa condiciones de incertidumbre, principalmente, por la inexistencia de servicios de auxilio vial, incremento de la inseguridad en las carreteras, generadas por actos vandálicos entre otros. (Rondón, 2014).

### **La gestión de las instituciones en el desempeño económico.**

Las instituciones definen el marco de restricciones legales y extralegales (económicas, sociales, culturales, etc.), en medio del cual los individuos actúan, se organizan e intercambian. Douglas North, nos recuerda que las instituciones, son, ante todo, reglas de juego, entendidas como limitaciones humanamente concebidas, que estructuran la interacción humana y cuya principal función es reducir la incertidumbre o, en otros términos, hacer más predecible la conducta humana y reducir los costos de transacción. (North, 1996). Por lo tanto, las instituciones garantizan las condiciones que hacen posible el intercambio y valor de los derechos de propiedad. (Olson, 1996), afirma que la calidad de las instituciones, es el factor decisivo en el crecimiento económico.

Aquellos países, que han hecho una elección adecuada de las instituciones, los resultados obtenidos han sido satisfactorios con respecto al crecimiento económico, mientras aquellos que han optado por una mala elección de sus instituciones, se estancan y en algunos casos retroceden; por otra parte, Stiglitz alega, que la ineficiencia de las instituciones (agrarias) se deriva de su imperfecta información. Los campesinos son racionales y responden a las fuerzas del mercado, pero no están completamente informados de las consecuencias de sus acciones o de las instituciones, a través de las cuales ellos actúan. (Stiglitz, 1986).

La gestión del marco institucional en el que se producen los intercambios, lo que llamamos el mercado, exige de los sujetos un elevado esfuerzo económico, que hace crecer los costes de transacción (costos de información, costos de negociación y costos de vigilancia y ejecución), de cualquier actuación económica. La tendencia de las políticas públicas venezolanas, no ha sido hacia la integración de la cadena productiva, sino más bien ha privilegiado la fase de producción, principalmente en infraestructuras de riego y vialidad, financiamiento para la compra de equipos e insumos; algunas en forma efectiva, en algunas comunidades y otras como simples intenciones de apoyo

gubernamental, y poca atención o acompañamiento a los eslabones de transformación, transporte, almacenamiento y acopio, y distribución de alimentos (Rondón, 2014).

De modo tal, que las instituciones gubernamentales en Venezuela, han tenido muy poca respuesta a la problemática del mercado y la agregación de valor a sus productos; los productores no cuentan con un acompañamiento técnico productivo permanente que apunte a promover cálculos de costos de producción, prácticas culturales o nuevas tecnologías para mejorar rendimientos y generar plataformas de información de precios y mercado en general. Tal como lo expresa North, “reducir la incertidumbre del individuo frente al futuro, impone una trama de mecanismos que permiten hacer viable el funcionamiento del mercado.” (North, 1996).

La solución institucional gubernamental parte de la conformación de *comunas de desarrollo*, que permitan a la comunidad organizada, asumir competencias transferidas desde el poder público y ejercer el poder mediante un gobierno comunal y de cogestión. La propuesta de este modelo socialista de *comunas* en su artículo 299, se fundamenta en los principios de justicia social, democracia, eficiencia, libre competencia, protección del ambiente, productividad y solidaridad. Aparentemente estos principios son fundamentales para el desarrollo económico y social de los productores agrícolas, no obstante, los resultados económicos, a saber, indicadores como eficiencia gerencial, productividad, no denotan buenos resultados; Venezuela tiene una extensión agrícola de 31.238.155 ha, representando sólo un 34,1 % de la extensión del territorio, esto demuestra, la condición de sub-utilización en la que se encuentra el espacio agrícola venezolano. (FEDEAGRO, 2013).

Por otro lado, el maíz, la caña de azúcar, el arroz, el sorgo, el café y la papa, registran tasas de crecimiento interanual promedio negativo de dos dígitos. En otras palabras, el ritmo de crecimiento de la producción de cereales, registrado

hasta 2007, cae significativamente entre 2007 y 2011, diferencias por encima del 30% y en el caso del sorgo y la papa, la diferencia es cercana a 150%. (Ver Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Volúmenes de producción 2007-2013. FEDEAGRO.

Estimados de volúmenes de producción 2007 - 2013 de FEDEAGRO en Toneladas									
Rubros	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Dif.% 07-11	TIC % 07-11
Maíz	2.187.000	2.200.000	1.634.000	1.710.000	1.305.150	1.314.375	1.725.000	-78	31,24
Arroz	990.000	918.000	852.000	590.000	645.000	695.232	980.000	-98	40,96
Sorgo	232.000	250.000	150.000	130.000	78.400	99.670	114.985	-49	15,37
Caña de azúcar	8.962.852	8.231.490	7.230.000	5.800.000	5.953.855	6.100.000	6.510.000	-72	-6,72
Café(*)	467.391	500.000	100.000	150.000	785.000	860.000	800.000	171	-6,98
Papa	214.604	415.000	354.376	142.750	78.300	315.000	321.300	149	2,00
Tomate	207.545	210.000	236.622	193.400	143.250	205.326	258.500	124	25,90
Cebolla	235.300	250.000	281.000	217.600	177.400	250.850	152.700	-60	-
									39,13
Pimentón	125.020	123.000	137.500	145.000	168.750	163.130	148.340	118	-9,07
Naranja (**)	310.000	335.000	450.000	500.000	450.000	500.000	550.000	177	10,00
Girasol	5.163	12.000	27.000	35.597	54.140	55.332	55.575	1076	0,44
Ajónjolí	28.000	18.000	25000	22.310	24.263	13061	12.131	-43	-7,00

Fuente: Federación de agricultores de Venezuela (Fedeaagro), varios años ;(\*) Quintales (\*\*\*) Industrial

De igual modo, en el Cuadro 2, se observa la misma tendencia de disminución de la producción para los años 2012, 2013, esto significa que el nivel de abastecimiento en cuanto a la producción interna es insuficiente; por ejemplo en maíz blanco, la oferta interna alcanza un 44% de la demanda industrial; cuando realmente se necesita 1.400.000 tm de maíz blanco y 2.500.000 tm de maíz amarillo, en grasas se necesitan 720.000 toneladas y solo se produce 139.232 tm al año (1,67% de sorgo y 7,68% de girasol), de igual modo, sucede en rubros donde la producción interna era excedentaria, se observa una disminución notable en el abastecimiento, por ejemplo: caña de azúcar 43%, Café 44%, Cebolla 47%, papa 68%, tomate 66%. (FEDEAGRO, 2013).

**Cuadro 2.** Consumo nacional y abastecimiento 2012-2013. FEDEAGRO.

Consumo Nacional y Abastecimiento 2012-2013 FEDEAGRO			
Rubros	Consumo Nacional 2013, en Ton.	% de Abastecimiento Nacional	Crecimiento % 2012-2013
Maíz	3.900.000	44	31,24
Arroz	1.200.000	82	40,96
Sorgo	2.500.000	3,99	16,37
Caña de azúcar	15.000.000	43	6,72
Café(*)	1.800.000	44	-6,98
Papa	472.030	68	2,00
Tomate	390.000	66	25,90
Cebolla	322.050	47	39,13
Pimentón	168.000	88	-9,07
Naranja (**)	400.000	138	10,00
Girasol	720.000 (en Grasas)	7,68	0,44
Ajonjolí		Mayormente Exportación	-7,12

Fuente: Federación de Agricultores (FEDEAGRO), 2013. (\*) Quintales (\*\*\*) Industrial

Ante lo expuesto anteriormente, resulta evidente el grado de dependencia entre la evolución de las instituciones en un determinado país y su nivel de desarrollo económico; en este sentido, es preciso acotar que, a la hora de analizar el crecimiento, estancamiento e incluso la recesión económica de un país, deben ser consideradas como una variable muy importante las instituciones, ya que estas juegan un papel crucial en la dinámica y el desarrollo de cualquier sistema económico. Así mismo, la estructura de incentivos, no sólo es el resultado de las políticas económicas prevalecientes en cada período, sino que, además, es el fruto de los arreglos de las instituciones a largo plazo.

### **Los contratos agrarios de arrendamiento y aparcería carecen de una finalidad productiva en el pequeño productor andino.**

Es tradición del pequeño productor agropecuario andino, establecer contratos agrarios de arrendamiento y aparcería, estos contratos se basan generalmente, en alquilar tierras o para obtener financiamiento; sólo se tiene en cuenta su objeto, es decir, el fundo rústico, sin importar su propósito productivo.

Los contratos de producción, especifican en gran medida, los insumos de la producción aportados por el contratante, la calidad y cantidad de un determinado producto, así como, el tipo de compensación al productor por los servicios prestados. En estos esquemas contractuales, el contratante debe aceptar una mayor proporción del riesgo de mercado (precio), es decir, que los productores en su mayoría, apuestan por ofrecer un suministro regular y uniforme de productos, así como, obtener beneficios en su proceso productivo.

No obstante, el Decreto de Ley (Gaceta Nº 5.771,18 de mayo de 2005), se derogó en su totalidad la Ley de Reforma Agraria; y se reconoce a los arrendatarios y medianeros el derecho a permanecer en las tierras denunciadas, señaladas como ociosas o incultas o sometidas a expropiación, sin embargo, aún continúa la informalidad en la realización de estos contratos ya sea con el Estado o con personas u organismos del sector privado, entre las razones se obvian aspectos fundamentales, como son los derechos y obligaciones de las partes, principalmente de los arrendatarios y medianeros respecto a la introducción de mejoras, el plazo de duración de los contratos, su prórroga y los motivos de extinción que dan lugar a su resolución y terminación. En otras palabras, pareciera que el gobierno en este momento actual, continúa considerando a la tierra más como un factor de renta y no como la constitución o consolidación de empresas productivas, que asocian eficientemente los factores de producción (Duque, 2001).

Williamson, ha denominado los contratos, estructuras de gobierno. Las estructuras de gobierno, son instituciones que indican las decisiones que deben ser adoptadas en las diversas circunstancias que puedan aparecer en el futuro. Son asignaciones de derechos de propiedad, que establecen los incentivos y la seguridad necesaria para la actividad económica, es decir, impedir distorsiones en el mercado y en la aparición de situaciones monopólicas que perjudican al consumidor (Williamson, 1990). Por ello, se busca atraer inversiones en el sector

rural, mediante una tendencia, hacia la regulación de los contratos agrarios, el asociativismo, la colaboración y coparticipación de las partes, en los riesgos de una actividad estrechamente dependiente del medio natural y del carácter incierto de los ciclos biológicos, como lo es la actividad productiva agraria, cuyos productos, además, presentan una oferta rígida y poco adaptable a la demanda.

En este sentido, el Contrato, es una institución que permite la promoción o el bloqueo de la cooperación en el intercambio. En otras palabras, es una institución sustantiva a través del cual se identifican que tipo de derecho de propiedad pueden ser transferidos y en qué términos. Los contratos deben reflejar las ganancias y los costos de la cooperación mutua, entre los agentes o individuos involucrados, así mismo, poder definir eficientemente los costos y beneficios establecidos en el contrato.

La estructura del contrato se expresa en los siguientes términos a) la distribución del ingreso entre los participantes y b) las condiciones de uso de los recursos; bajo derechos transferibles, estas estipulaciones son consistentes o determinadas por la competencia en el mercado [...]. La elección de los contratos está definida por los derechos de transacción, riesgos naturales (económicos) y arreglos legales (políticos). Sin embargo, los precios de mercado, son solamente uno entre muchos de los términos contractuales (Cheung, 1983).

*La modernización de las formas contractuales en la agricultura*, persigue mecanismos para minimizar estas fallas de mercado, en este sentido, productores organizados realizan contratos para asegurar una mayor participación en el mercado y una mayor eficiencia en su proceso productivo. La actualización de estas formas contractuales de producción agropecuaria, identifica al sector agrícola como un conjunto de actividades de producción, transformación y consumo, adaptando sus producciones a la estructura del mercado, y a la integración de la cadena agroalimentaria a nivel local, regional y nacional.

Bajo estas premisas, la dinámica de la estructura del mercado, se expresa en los cambios en los hábitos de consumo, en el creciente número de expendios de comida rápida, en el papel cada vez más importante que juegan los supermercados, y la permanente expansión del comercio mundial de productos frescos y procesados, también han dado impulso al mayor desarrollo de esta modalidad de producción.

En resumen, La agricultura de contrato es una alternativa válida para la pequeña agricultura venezolana y países en vías de desarrollo, que enfrenta muchas dificultades en términos de fallas de mercado, mercados incompletos e inexistentes. Los contratos bien estructurados contribuyen a bajar los costos de transacción, acceder a economías de escala, aprovechar economías externas pecuniarias y, por último, estimulan el intercambio, atacan la escasez, dan confianza y más seguridad a los distintos agentes involucrados.

### **El reto de las economías rurales para competir en mercados globales.**

Aquellos sistemas agrarios, que no logran adquirir la capacidad de competir cuando se abren las fronteras comerciales, tienden a desaparecer del mercado competitivo, en otras palabras, la capacidad de competir globalmente, pasa a ser una condición indispensable para la viabilidad de las economías rurales.

La apertura tiende a acelerar estas características del desarrollo agrario, al exponer a los productores a una mayor competencia entre las grandes potencias, y a gobiernos con menores recursos y márgenes de maniobra, para proteger a los más débiles. Al respecto, la ausencia de operaciones de integración de compra-venta, que permita suprimir obstáculos de comercialización debido al retiro de Venezuela de la CAN y la no formalización de la integración en el MERCOSUR, ya que se firma el Protocolo de adhesión de Venezuela al MERCOSUR, que simplemente disfrutan unilateralmente los países miembros con las exportaciones que realizan hacia Venezuela, mientras, el país no posee

suficientes productos de exportación para afianzar este tratado, impidiendo la adopción de aranceles comunes, el cual constituye para nuestra economía una fuerte competencia; ante el surgimiento de economías emergentes, tales como China y Brasil, con alta capacidad para reducir los costos de producción y generar desequilibrio en el mercado interno, imposibilitando el mercado y la adaptación a estas nuevas tendencias.

En este sentido, el reto para la pequeña y mediana empresa agrícola es la de integrarse a la dinámica de los Sistemas Agroalimentarios (SAA), ya que la agricultura de contrato se ha difundido en las producciones agroalimentarias, junto a las opciones de compras en el mercado abierto y de integración vertical total. En ocasiones, la integración vertical coexiste con la agricultura de contrato; es el caso, por ejemplo, de empresas agroindustriales que asumen directamente la producción primaria, obteniendo directamente sus requerimientos de materia prima, ya sea para ensayar nuevas variedades, tecnologías o técnicas productivas, para preservar el control de nuevas tecnologías y procesos, o bien para asegurar la calidad de su materia prima.

La FAO considera que las contrataciones se realizan generalmente, sobre la base de la competencia y se fundamenta en los principios esenciales de la mejor relación calidad-precio, la equidad, la transparencia, la eficiencia y la eficacia.

Las modalidades contractuales en una organización, tienen como finalidad única de ganar-ganar; y actúan para solucionar los problemas económicos concretos y estimular el crecimiento económico, sin necesariamente proponer medidas macroeconómicas de validez universal. Es preciso acotar que en la teoría moderna de las transacciones y los contratos, los incentivos son tan importantes como los recursos. (Phelps, 1986). De manera que, es una condición fundamental, el fomento de un desarrollo institucional adecuado al entorno específico de cada relación contractual. Sin embargo, surgen las interrogantes: ¿con quién realizan los contratos los pequeños productores?, ¿es posible mejorar

la productividad de los factores de producción y su calidad de vida? A pesar de los diferentes problemas de fallas de mercado en la agricultura venezolana, existen iniciativas que de alguna manera han tratado de superar estos desequilibrios del mercado, para ayudar al productor que, en su mayoría, desconoce el desenvolvimiento de la cadena productiva; a continuación, se tratará, la experiencia de los Productos Alimenticios Kelly's.

**Los Productos Alimenticios Kelly's, en la región de Bailadores, estado Mérida es pionera en la modalidad de Economía de Contratos.**

La presente Industria comercializadora de vegetales producidos en el sector, permitió dar a conocer esta modalidad sobre la "Economía de Contratos", para distribuir en forma equitativa los costos de transacción, que se generan en una cadena productiva; con el conocimiento técnico y gerencial, esta industria se ha propuesto estimular a cada uno de los productores de la región, para que participen en estas relaciones contractuales, así como, la captación de la producción de cada uno de los productores asociados, permitiendo desde la planificación de su siembra y cosecha hasta la colocación de su producción agrícola. Sin duda, fue un reto para ambos actores: industria y productores, que intervienen en la cadena productiva, y que cada uno tiene parte de la responsabilidad en las fallas de mercado que se presentan en el manejo principalmente de la producción agrícola venezolana. Las fallas de mercado como ya se ha mencionado precedentemente, constituyen una de las mayores razones que afectan la productividad agrícola de la región y de las pequeñas unidades de producción en cuestión.

Por otro lado, la organización Kelly's ha tenido sus mayores satisfacciones, desde los inicios y ha entendido que para trascender debe cumplir con los preceptos básicos de ser una organización responsable y socialmente aceptada, tanto a nivel interno y externo, y es por ello, que su alta conexión con su entorno

social, ha logrado desde el servicio médico asistencial básico para la familia de los pequeños productores agrícolas de las remotas cordilleras andinas, hasta la responsabilidad ambiental, aspecto muy importante para la empresa, un ejemplo de ello, es que no incentiva la deforestación, para incorporar nuevas tierras a cultivo, por tanto se considera que no ha existido una pérdida relevante de fauna y flora en los sectores de estudio.

En este sentido, se examinaron algunos indicadores que midieron el aporte al crecimiento económico, social y ambiental que genera la aplicación de un esquema de agricultura de contratos en el desarrollo rural; se precisaron algunos indicadores cualitativos y cuantitativos de los problemas socio-económicos concretos, para conocer si estas nuevas formas contractuales generan incentivos suficientes para el crecimiento económico en las unidades de producción afiliadas a las Industrias Kelly's de la población seleccionada.

A saber, sí un cambio eficiente en las organizaciones, crea un buen desempeño económico y a su vez genera un desarrollo y un crecimiento económico del entorno, tal como lo menciona Douglas North, que, para entender y tratar las relaciones humanas, debe existir una interacción entre instituciones ("reglas del juego") y organizaciones ("jugadores"), ambos entes, permiten la evolución y el cambio institucional e influyen en el desempeño económico a largo plazo (North, 1996).

### **Las condiciones contractuales de productos alimenticios Kelly's.**

La empresa de productos alimenticios Kelly's, se encarga de proporcionar la asistencia técnica, tecnológica, transporte adecuado para el traslado de las cosechas y se compromete a cancelar a los productores asociados, incluso por pérdidas de cosechas, principalmente, por razones agroclimáticas: heladas, sequías o ataques de plagas. De igual modo, esta organización de tipo vertical ha permitido que los derechos de propiedad, tan vulnerables en el país, actualmente

sean respetados, que los costos de transacción sean inferiores para los productores.

Los derechos de propiedad, constituyen el punto de partida de donde se proyectan las instituciones sociales, económicas y políticas que regulan la posición de los agentes frente a la actividad económica. Hoy en día, los derechos sobre la propiedad privada en Venezuela, están fuertemente vulnerados, que no necesariamente obedecen a criterios técnicos, de ordenamiento territorial o de favorecer familias sin tierras; en su mayoría se utilizan argumentos políticos, con tendencias más subjetivas que con la responsabilidad del bien común del sector agrícola.

En conclusión, en Venezuela suceden eventos muy diferentes a lo que en la actualidad es la tendencia internacional, donde los derechos de propiedad, suelen realizarse primero, entre individuos o empresas y luego obtienen el reconocimiento de la ley. En este sentido, Productos Alimenticios Kelly's, les da el derecho de pertenencia a cada uno de los productores asociados. Por ejemplo, el 66% de los productores entrevistados es propietario de la superficie de cultivo, y su cultivo se realiza a través de alguna forma de contrato.

Por otra parte, los contratos deben reflejar las ganancias y los costos de la cooperación mutua entre los agentes o individuos involucrados, así mismo, poder definir y establecer fácilmente los costos y beneficios establecidos en el contrato. Parte de este contrato, entre la empresa y los productores asociados es el hecho de producir con calidad, ya que es un requisito importante, que todo afiliado o afiliada tiene que cumplir; esta es una forma contractual que resalta la asociatividad, para que los agentes que intervienen en la transacción se involucren plenamente en el proceso.

**Los incentivos para firmar los contratos no son solo económicos sino altamente sociales en mejoras de la calidad de vida.**

Los incentivos para firmar los contratos suponen la disposición voluntaria de los agentes, para que de manera explícita o implícita acepten la distribución de ganancias o pérdidas. Productos Alimenticios Kelly's, no sólo cumple con las transacciones establecidas en los contratos con sus productores asociados, sino además, que los mismos, sean eficientes en el sentido de Pareto, es decir, los contratos se pueden mejorar en una de las partes sin perjudicar la otra. La experiencia de Productos Alimenticios Kelly's, es que ha sido una empresa que participa en el mercado con relativa libertad de precios y por acuerdo entre productores, de manera que la competencia se prefiere hacer con calidad, servicio al cliente, diseño, publicidad y no a través de la guerra de precios, o un tipo de mercado.

El crecimiento económico, se asocia con las leyes de producción y las relaciones entre objetos, antes que las interacciones entre las personas regidas por instituciones, obviando el sistema de incentivos y recompensas, que da forma al crecimiento económico. Las mejoras de los sistemas de producción agrícola de los productores afiliados a Productos Alimenticios Kelly's, es una experiencia importante a tomar en cuenta, en el sentido que, los incentivos les ha permitido mejorar la productividad del suelo, de acuerdo a los productores entrevistados, un 90,5%, coinciden que el suelo estaba en malas condiciones antes de la instalación de Los Productos Alimenticios Kelly's y que a través de la asesoría técnica, la fertilidad de los suelos dedicados al cultivo ha mejorado según ellos en un 100%; igualmente, afirman que ha habido un incremento del rendimiento en los cultivos de lechugas, repollos, fresas y piña; gracias a este apoyo y asesoramiento técnico, que la empresa imparte a los productores asociados; y en general una mejora en su sistema productivo, pues reconocen que han disminuido sus costos de producción, costos de transporte y costos de insumos:

semillas, agroquímicos entre otros. De igual modo, se ha facilitado el acceso a los insumos y al financiamiento.

En relación al transporte, al tener las cosechas contratadas, en este caso con los Productos Alimenticios Kelly's, se soluciona el problema de comercialización, transporte, y la distribución hacia el consumidor, al cumplirse adecuadamente estos procesos, se solventa en parte las fallas de mercado, de estos aspectos analizados; coinciden en un 100% que el hecho de estar asociado, les ha permitido bajar los costos de transporte.

En cuanto a la calidad de vida, la mayoría opina que la instalación de Productos Alimenticios Kelly's, les ha permitido el descenso de los indicadores de pobreza entre los pobladores de las áreas descritas. Estos resultados indican, que este modelo de agricultura de contratos ha facilitado, que sus asociados eleven sus niveles de calidad de vida en educación, salud, vivienda y estabilidad social; aunque se pudo detectar que aún persiste la deserción escolar de escuelas y liceos, manteniéndose un grado medio de analfabetismo. Y de alguna manera se refleja, cuando un 66,7% de los productores entrevistados, consideraron que no hay abandono del campo por parte de los jóvenes; esta circunstancia se puede asociar al mejor uso y aprovechamiento de los suelos, progresos en la calidad de vida de los miembros de la familia de los productores, principalmente por las mejoras en la vivienda familiar y algunos beneficios sociales tales como educación, medicina, odontología, disminuyendo la situación de pobreza de las familias. Un buen ejemplo de ello, es que la empresa ofrece asistencia médico-odontológico a sus empleados y asociados, esto genera satisfacción y por ende mejor retribución en el trabajo.

### **La situación de la Empresa.**

La empresa privada ha estado fuertemente atacada por los altos niveles inflacionarios, por la escasez de equipos e insumos, por la inseguridad personal y

jurídica en cuanto a las tierras de cultivo, los controles de precios. Así mismo, tanto para los productores como para la empresa en los últimos años las políticas públicas en las áreas rurales, han sido escasas aisladas y sectarias sobre todo en el mantenimiento de la vialidad rural y de la construcción de nuevas carreteras, impidiendo el adecuado acceso a las zonas agrícolas, así como, la carencia en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras de educación y salud.

Por otro lado, la empresa también tiene preocupación por la responsabilidad de algunos productores, que incumplen con los contratos establecidos con Productos Alimenticios Kelly's, basándose muchas veces en el discurso del gobierno para independizarse de la empresa.

### **Análisis e Interpretación de Resultados.**

En esta etapa de la investigación, de carácter técnico, involucra una cantidad suficiente de datos cualitativos, recolectados a través de un instrumento (Entrevista) definidos en un número igual a cuatro (4) cuestionarios aplicados a cuatro (4) grupos de personas diferentes, consideradas en la investigación.

Selltiz, Jahoda y otros (1976), lo indican como “El propósito del análisis es resumir las observaciones llevadas a cabo de forma tal que proporcionen respuestas a las interrogantes de la investigación”. En este sentido, esta fase de desarrollo del proyecto de investigación, comprende además la incorporación de lineamientos generales para su codificación, tabulación y el análisis e interpretación de los datos, así como la técnica aplicada para su presentación y el análisis estadístico de los mismos.

El análisis implica el establecimiento de categorías, la ordenación y manipulación de los datos plasmados en los diferentes cuestionarios previstos en el instrumento de investigación, resumiendo las observaciones llevadas a cabo, de forma tal, que conduzcan a respuestas de las diferentes interrogantes de la investigación. El Cuadro 3, presenta las personas que fueron objeto de la

entrevista.

Seguidamente, se presentará en el análisis DAFO o FODA, como resultado del análisis del cuestionario N° 4, aplicado al gerente de Productos Alimenticios Kelly's. Los Cuadros 4 y 5 muestran el análisis interno (fortalezas y debilidades) y el análisis externo (oportunidades y amenazas).

El Análisis DAFO, también conocido como Matriz o Análisis DAFO o FODA, es una metodología de estudio de la situación de Productos Alimenticios Kelly's, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades), en una matriz cuadrada que permite conocer la situación real de la organización, y planificar una estrategia de futuro.

**Cuadro 3.** Personas objeto de la entrevista.

Valores	Descripción
1	Productores de Hortalizas
2	Productores de Plántulas
3	Técnicos de Productos Alimenticios Kelly's que Asesoran a los productores
4	Gerentes

**Cuadro 4. Análisis interno (fortalezas y debilidades) Productos Alimenticios Kelly's.**

ANÁLISIS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>ANÁLISIS INTERNO</b>	<p>La organización tiene control de procesos en planta (HACCP), conocimiento e innovación agrícola para producir materias primas de óptima calidad.</p>	<p>Fallas en la procura de la Materia Prima.</p>
	<p>Tiene ventajas competitivas tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ red de distribución en frío.</li> <li>✓ Ubicación de la planta de procesos en los sitios de producción agrícola.</li> <li>✓ Con presencia en todo el país.</li> <li>✓ Competencia solo en el centro.</li> <li>✓ Todo lo que hace es perfectible.</li> </ul>	<p>Existen recursos internos que causan problemas en el desarrollo de las actividades propias de Productos Alimenticios Kelly's tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conflictividad laboral potencial Presión Urbana.</li> </ul>
	<p>El recurso humano posee:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valores con el trabajo en equipo.</li> <li>✓ Comunicación.</li> <li>✓ Perseverancia.</li> <li>✓ Innovación.</li> <li>✓ Con suficiente conocimiento</li> <li>✓ Habilidad.</li> <li>✓ Con motivación para el logro de los indicadores.</li> </ul>	<p>En algunos casos puntuales se necesita mayor número de visitas a los clientes de consumo masivo, para monitorear las condiciones de venta de los productos.</p>
	<p>El recurso humano recibe capacitación adecuada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Técnicas de negociación efectiva.</li> <li>✓ LOTT.</li> <li>✓ LOPCIMAT.</li> <li>✓ Controles de Gestión.</li> <li>✓ Otros.</li> </ul>	

**Cuadro 5.** Análisis externo (oportunidades y amenazas) Productos Alimenticios Kelly's.

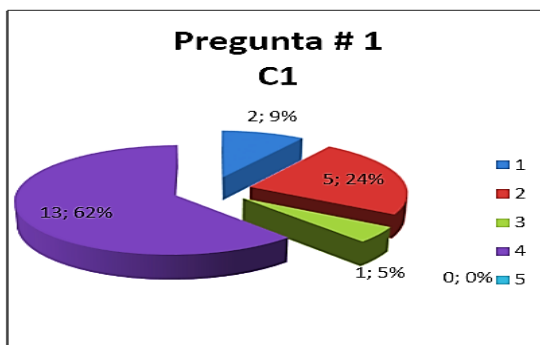
ANÁLISIS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<b>ANÁLISIS EXTERNO</b>	Se dispone, de maquinarias y equipos necesarios para lograr las metas, se requiere actualizar equipos para centrifugado.	Los productores violan todo contrato por considerarse: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El débil jurídico en el acuerdo.</li> <li>✓ El discurso oficial de la dicotomía del pobre y el rico.</li> <li>✓ En la primera oportunidad fuguen las cosechas.</li> <li>✓ Se sienten protegidos por las leyes morales del populismo oficial.</li> </ul>
	Se tiene posicionamiento estratégico, es la primera empresa productora y distribuidora de vegetales empacados.	La realización de contratos con los productores del área sobre la producción de productos agrícolas representó beneficios hasta hace 4 años, en la actualidad es negativo para la organización.
	Productos Alimenticios Kelly's posee un nivel de aceptación y satisfacción de sus productos en el mercado de un 85%.	Factores externos que obstaculizan el desarrollo normal del proceso productivo en Kelly's: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Abastecimientos de Agroinsumos</li> <li>✓ Erraticidad del clima para el logro de una producción constante.</li> <li>✓ Políticas de suministro de divisas para importación de equipos para la producción: Invernaderos, riego, repuestos y equipos de plantas de procesos.</li> </ul>
	Productos Alimenticios Kelly's, cuenta con canales de distribución adecuados. Tales como nueve (9) franquiciados que distribuyen los productos en el mercado nacional.	El mantenimiento de los planes de responsabilidad social empresarial dirigidos al personal de la empresa, al entorno comunal y ser benignos con el ambiente, representan barreras que impiden el crecimiento de la organización.
	Se tienen canales de distribución directos, a través de: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Franquiciados para distribución y venta</li> <li>✓ En productos institucionales que van a cadenas de comida, restaurantes, comedores industriales.</li> </ul>	
	Se tiene canales indirectos de distribución vía automercados. Productos Alimenticios Kelly's, tiene nicho de mercado suficiente, espera poder entrar a mercados potenciales como:	

De la combinación de fortalezas con oportunidades, surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para la organización. Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una seria advertencia. Mientras que los riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y los desafíos (combinación de debilidades y oportunidades), determinados por su correspondiente combinación de factores, exigirán una pertinente política empresarial, para definir el futuro que la organización.

**Representación Gráfica y análisis cualitativo de algunos de los resultados del Cuestionario Nº1 para el sector Pueblo Hondo, municipio Jáuregui, estado Táchira.**

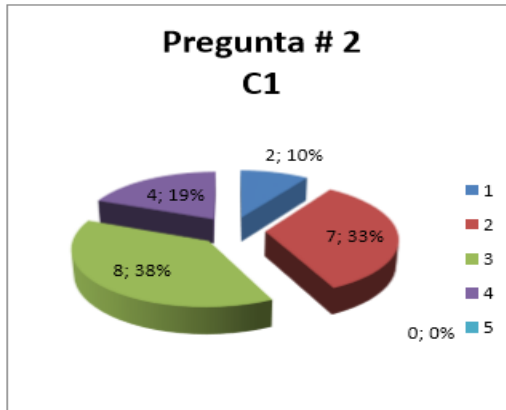
**Representación Gráfica cuantitativa por pregunta, y global del Cuestionario Nº1:**

Ante la interrogante, ¿Es usted dueño de la superficie de cultivo? Se obtuvo una valoración cuantitativa, de un 62% totalmente de acuerdo, seguida por un 24% en desacuerdo, 9% totalmente en desacuerdo, 5% de acuerdo y con 0% no sabe o no contestó a la interrogante. Esto indica que los productores entrevistados son dueños de sus unidades de producción (Figura 1).



**Figura 1.** Respuestas a la pregunta #1.

Al preguntar ¿Su cultivo es a través de medianería u otra forma de contratación? La valoración cuantitativa es: El 38% de acuerdo, 33% desacuerdo, 19% totalmente de acuerdo, 10% totalmente en desacuerdo, 0% no sabe no contesta, esto permite asegurar que la mayoría de los productores cultivan a través de medianería u otra forma de contratación del cultivo (Figura 2).



**Figura 2.** Respuestas a la pregunta #2.

La respuesta a la pregunta ¿Era buena la condición del suelo antes del establecimiento de las industrias Kelly's en el sector? El 90% en desacuerdo un 10% totalmente en desacuerdo 0% para las demás posibilidades. Ante esta respuesta se deduce que el suelo no se encontraba en condiciones adecuadas para el cultivo.

Cada una de las preguntas de los cuestionarios aplicados, fueron analizados como las anteriores preguntas. Para información detallada, consultar trabajo especial de grado, titulado Procesos productivos Bajo un Modelo de Economía de Contratos, caso Industrias Kelly's, Bailadores, municipio Rivas Dávila, estado Mérida, Pueblo Hondo, municipio Jáuregui, estado Táchira, Venezuela, para optar al título de Magister en Economía, mención Políticas Económicas, Facultad de Economía, Coordinación de Postgrado en Economía, Universidad de los Andes.

## **RESULTADOS**

Los resultados de esta investigación de tipo cualitativa, revelaron que el Modelo de Economía o Agricultura de Contratos aplicado por Productos Alimenticios Kelly's, en los sectores de Bailadores, estado Mérida y Pueblo Hondo, estado Táchira, son los siguientes:

- ✓ Mejoras en la calidad y usos de los suelos de cultivo de los sectores, sin recurrir a la deforestación de bosques.
- ✓ Incremento de la productividad en los cultivos de lechugas, repollos, fresas y piña; por el apoyo y asesoramiento técnico que Productos Alimenticios Kelly's imparte a los productores asociados.
- ✓ Al tener las cosechas contratadas, en este caso con los Productos Alimenticios Kelly's, se soluciona el problema de comercialización, transporte, y la distribución hacia el consumidor, dichos procesos fueron cumplidos por Productos Alimenticios Kelly's, resolviendo en parte las fallas de mercado en los sectores analizados.
- ✓ El hecho de contratar las cosechas con Productos Alimenticios Kelly's, permitió a los productores asociados, bajar los costos de producción, los costos de transporte y costos de insumos: semillas, agroquímicos entre otros.
- ✓ La instalación de Productos Alimenticios Kelly's en los sectores estudiados ha permitido el descenso de los indicadores de pobreza entre los pobladores de las áreas descritas.
- ✓ La presencia de Productos Alimenticios Kelly's e implantación de un Modelo de agricultura de contratos ha facilitado, que sus asociados eleven sus niveles de calidad de vida en educación, salud, vivienda y estabilidad social; aunque se pudo detectar que aún persiste la deserción escolar de escuelas y liceos, manteniéndose un grado medio de analfabetismo.

- ✓ Así mismo, no se detectó el abandono masivo de jóvenes del campo a la ciudad, pero se requiere dar mayor asistencia en educación, salud y seguridad que evite en un futuro cercano la migración indiscriminada de jóvenes a las ciudades.
- ✓ El Estado Venezolano en los últimos años se ha olvidado de la aplicación de políticas públicas en las áreas rurales, los productores aseveran que existe ausencia de mantenimiento de la vialidad rural y de la construcción de nuevas carreteras impidiendo el adecuado acceso a las zonas agrícolas. De igual modo, lo perciben la carencia en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras de educación y salud.
- ✓ Existe mucha incertidumbre sobre la seguridad jurídica que dicta el Estado en cuanto a tierras de cultivo se refieren.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación del modelo de agricultura de contratos de Productos Alimenticios Kelly's, en el área de Bailadores y Pueblo Hondo ha generado cambios significativos en la calidad de vida de los productores asociados y sus familias, una disminución de los indicadores de pobreza, una mayor participación de los beneficios al recibir mejores precios por sus cosechas, una asistencia social por parte de la empresa. Estos resultados nos indican que el contrato, como institución permite la promoción, la cooperación y el intercambio ya que la agricultura de contratos, es un esquema de articulación que genera beneficios para el sistema agroalimentario y entre ellos pueden citarse: disminución del riesgo del empresario, reducción en los costos de comercialización y transporte, menor incertidumbre en la colocación de insumos y productos, mayor rentabilidad sobre los activos, aumento de la productividad sobre el capital invertido, disminución de costos por curva de aprendizaje: los gastos de asesoramiento técnico, por ejemplo, disminuyen en el tiempo como

consecuencia de las habilidades adquiridas por los productores. Además, los costos de transacción son menores por el mayor conocimiento del negocio, por la reducción de los incumplimientos contractuales y por una mayor eficiencia en la transferencia de la información.

En cuanto a los derechos de propiedad, ya Adam Smith, manifestaba en una de sus conferencias sobre jurisprudencia, que el primer y principal propósito de todo sistema de gobierno es mantener la justicia, para evitar que los miembros de la sociedad abusen de la propiedad ajena o se apoderen de lo que no es suyo. Por ello es indispensable crear sistemas legales y constitucionales bien estructurados que garanticen el cumplimiento de los contratos y la protección de los derechos de propiedad.

La discusión tradicional sobre el desarrollo (o ausencia de desarrollo), enfatiza la importancia de las instituciones y los impedimentos que ellas imponen en el proceso de desarrollo. Los países son pobres porque carecen de incentivos que permitan a los agentes capturar las oportunidades de ganancias. Si este argumento es correcto, las diferencias de ingresos entre los países se deben a la calidad de las políticas públicas y de las instituciones. Hoy en día, en Venezuela las instituciones han sufrido cambios que, en lugar de mejorar la productividad y el abastecimiento, se depende cada vez más de los ingresos petroleros para poder importar alimentos, diez años atrás gran cantidad de rubros se producían excedentariamente; igualmente ha disminuido la producción de insumos y equipos agrícolas, además con altos precios lo que conlleva a unos altos costos de producción y de transacción.

En resumen, el productor venezolano y el andino en particular requiere de una asistencia técnica consecuente, más que de un proselitismo político organizacional, con incentivos hacia la empresa privada para conformar estructuras contractuales que favorezcan a los pequeños productores agrícolas, con tecnologías que permitan mejorar productividad: producción de semillas

certificadas, conocimiento sobre la normalización de la producción para la asignación de precios justos en cuanto a la calidad de la producción, fabricación de insumos y de herramientas de trabajo manuales para ampliar el mercado de trabajo de la sociedad rural, incremento de instituciones educativas relacionadas con el agro, asesoramiento jurídico sobre la propiedad privada y las formas contractuales y el incentivo hacia formas de producción de cultivos orgánicos que den continuidad a la fertilidad de los suelos, con la aplicación de técnicas culturales sustentables en el tiempo.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Coase, R. 1937. **The Problem of Social Cost, en The Firm, the Market and the Law.** The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Chávez M., Juan C. 2013. **Cadena de valor, estrategias genéricas y competitividad: el caso de los productores de café orgánico del municipio de Tanetze de Zaragoza, Oaxaca.** Instituto Tecnológico de Oaxaca, México.
- Cheung, S. (1983). **The Contractual Nature of the firm.** The University of Chicago. Journal of Law and Economic. Vol. 26, No. 1. pp. 1-21.
- Chiriboya, M. 2002. **Desarrollo Rural, Enfoques y Métodos Alternativos.** Pontificia Universidad Católica de Perú, Fondo Editorial
- Duque, R. 2005. **Los Modernos Contratos de Aparcería y Medianería.** El Decreto con fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, publicado en la Gaceta Oficial N° 37.323 del 13 de noviembre de 2001, y reformado por Ley publicada en dicha Gaceta N° 5.771 Extraordinario del 18 de mayo de 2005.
- Federación de Agricultores de Venezuela, (FEDEAGRO). 2013. **Informe Anual.** Gaceta Oficial N°. 5.771. Extraordinario del 18 de mayo de 2005. **Modificación de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (LTDA).** República Bolivariana

- de Venezuela. Caracas. Venezuela.
- North, D. 1996. **Institutions, Organizations and Marke Competition**. Economic History. Econ. WPA.
- North, D.; Alston, L.; Eggersson, T. 1996. **Empirical studies in institutional change, Cambridge University Press**.
- Oliver, W. 1990. **Las Instituciones Económicas del Capitalismo**. Fondo de Cultura Económica, D.F., México.
- Olson, M. 1996. **“Big Bills on the sidewalk: Why Some Nations are Rich, and Others Poor”**, en *Journal of Economic Perspectives*. vol. 10, núm. 2.
- Phelps, E. 1986. **Economía Política, Antoni Bosch**.Barcelona.
- Puerta, J. 2014. **Carta fundacional y estrategias de desarrollo socio-territorial para la comuna rural batalla del ataque, Parroquia Mucuchachí, Municipio Arzobispo Chacón**. Tesis de especialización en Desarrollo Rural Integrado. ULA, Mérida, Venezuela.
- Rondón, J. 2014. **Construcción de una propuesta de comercio no convencional en la intermediación de productos agrícolas. Caso: mercado primario de Estanques**. Tesis de especialización en Desarrollo Rural Integrado. ULA, Mérida, Venezuela.
- Schejtman A. 1998. **Agroindustria y Pequeña Agricultura: Experiencias y Opciones de transformación en “Agroindustria y Pequeña Agricultura: Vínculos, Potencialidades y Oportunidades Comerciales**. CEPAL/GTZ/FAO. Santiago. Chile.
- Smith, A. 1978. **Lectures on Jurisprudence Oxford: Clarendon Press**.
- Stiglitz, J. 1986. **Rational peasants, efficient institutions, and a theory of rural organization: methodological remarks for development economics**. Princeton University edition.

## **IMPACTO DEL INSECTICIDA ABAMECTINA Y EL ROL DEL ÁCIDO FÓLICO EN LOS PARÁMETROS ESPERMÁTICOS EN RATAS BIOU: SPRAGUE-DAWLEY®**

### **IMPACT OF THE INSECTICIDE ABAMECTIN AND THE ROLE OF FOLIC ACID ON SPERM PARAMETERS IN BIOU: SPRAGUE-DAWLEY RATS®**

<sup>1</sup>Domínguez Ilka, <sup>2</sup>Alvarado Carmen, <sup>3</sup>Briceño Eva, <sup>4</sup>Briceño Franyeli

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, C.P. 5101, Mérida, Venezuela.  
Email: [ilkapd@gmail.com](mailto:ilkapd@gmail.com). ORCID: 0000-0001-8733-8220.

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, C.P. 5101, Mérida, Venezuela.  
Email: [carmenu@Ula.ve](mailto:carmenu@Ula.ve). ORCID: 0009-0009-2914-831X.

<sup>3</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, C.P. 5101, Mérida, Venezuela.

<sup>4</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, C.P. 5101, Mérida, Venezuela.

**Fecha de Inicio:** 01/02/2017

**Fecha de finalización:** 05/06/2018

#### **RESUMEN**

Se evaluó los efectos de la abamectina (ABA) y ácido fólico, en los parámetros espermáticos y morfología de los testículos y vesícula seminal en ratas BIOU: Sprague-Dawley®. Fueron 25 ratas macho y 5 tratamientos: T1: Control, T2: ABA a 10 mg/kg, T3: ABA a 10 mg/kg más ácido fólico, T4: ABA a 30 mg/kg, T5: ABA a 30mg/kg más ácido fólico. El ABA a 10 y 30 mg/kg generan disminución en la concentración, movilidad y vitalidad espermática. Los testículos no mostraron cambios relevantes. Las vesículas seminales disminuyeron de tamaño con T4. Las ratas del T3 presentaron resultados favorecedores en comparación con el T2. La exposición de ABA a dosis de 10 y 30 mg/kg afecta la calidad espermática, y el ácido fólico genera un efecto protector sobre el daño causado por el ABA.

**Palabras clave:** Espermatozoides, testículos, vesícula seminal,

morfología espermática.

### ABSTRACT

The effects of abamectin (ABA) and folic acid on sperm parameters and the morphology of the testes and seminal vesicles were evaluated in BIOU: Sprague-Dawley® rats. Twenty-five male rats were used and assigned to 5 treatments: T1: Control, T2: ABA at 10 mg/kg, T3: ABA at 10 mg/kg plus folic acid, T4: ABA at 30 mg/kg, T5: ABA at 30 mg/kg plus folic acid. ABA at 10 and 30 mg/kg induced a decrease in sperm concentration, motility, and viability. The testes did not show relevant changes. The seminal vesicles decreased in size in T4. The rats in T3 showed favorable results compared to T2. Exposure to ABA at doses of 10 and 30 mg/kg affects sperm quality, and folic acid exerts a protective effect against the damage caused by ABA.

**Keywords:** Spermatozoa, testes, seminal vesicle, sperm morphology.

## INTRODUCCIÓN

La Abamectina (ABA) es una lactona macrocíclica de la familia de las avermectinas, utilizada como un agente antiparasitario en animales de granja y animales domésticos, y como el ingrediente activo de insecticidas de contacto e ingestión, así como nematicidas (Castaño et al., 2012).

Abamectina, es un producto de fermentación natural de un microorganismo del suelo, *Streptomyces avermitilis*. Actúa como insecticida porque afecta al sistema nervioso de los insectos, paralizándolo; además se utiliza para controlar las plagas de los cultivos agrícolas (Córdoba, 2006; Elbetieha y Da'as, 2003).

Estudios experimentales han demostrado que la abamectina, tiene un efecto importante sobre los parámetros de fertilidad masculina en los animales,

dando lugar a que la exposición ambiental a estos agentes puede causar serios riesgos de salud incluyendo la fertilidad y la función reproductora en ratas macho adultas (Elbetieha y Da'as, 2003).

Los trastornos de la espermatogénesis constituyen la causa más frecuente de infertilidad masculina; asociado a múltiples factores entre los más frecuentes se encuentran la acción de agentes químicos capaces de afectar la espermatogénesis, provocando disfunción sexual y disminución de la fertilidad; otro factor está relacionado con la desnutrición y el déficit vitamínico lo que habitualmente produce una infertilidad transitoria e irreversible (García y Dovale, 2004).

En las últimas décadas, los descubrimientos químicos han dado como resultado un gran número de sustancias útiles para proteger cultivos y cosechas, la salud del hombre y para incrementar el bienestar ambiental. Debido al incremento de la productividad, se ha logrado en gran medida la elevación del uso de diversos compuestos químicos sintéticos (agroquímicos) como los fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas; que pueden tener efectos negativos sobre el ambiente y la salud de los seres humanos (Molina et al., 2012).

Aunque agroquímicos como la abamectina pueden ser valiosos en la agricultura, muchos plaguicidas y su degradación se encuentran en pequeñas o grandes cantidades en el aire, el suelo y el agua. La gran mayoría de agroquímicos utilizados en la agricultura moderna, son nocivos para la salud humana y se han podido comprobar sus efectos negativos sobre los sistemas nervioso, endocrino e inmunológico, considerándose generadores potenciales de enfermedades como cáncer, asma, malformaciones congénitas e infertilidad, entre otras (Celik-Ozenci et al., 2012; Molina et al., 2012). Por otra parte, el sistema reproductor masculino se ve afectado por una gran cantidad de xenobióticos, los cuales tienen una elevada toxicidad aguda y /o crónica, produciendo efectos adversos en la espermatogénesis, induciendo daño testicular y disminución de la calidad espermática (Aitken y Baker, 2006).

El ácido fólico es una vitamina del complejo B, hidrosoluble, conocida como folacina, ácido pteroil-L-glutámico, vitamina B9, vitamina M y folato (González y Caridad, 2015). Esta vitamina se encuentra de manera natural como folato en los alimentos como las hortalizas de hojas verdes (espinaca, brócoli y la lechuga), los espárragos, frutas (como plátano, limón, naranja y melón) y en algunas carnes (Hayes et al., 2009); el ácido fólico tiene un origen sintético y se encuentra en los suplementos vitamínicos y en los alimentos fortificados (González y Caridad, 2015).

La incorporación de ácido fólico es de utilidad para todas las personas y durante todas las etapas de la vida (González y Caridad, 2015). Suplementos nutricionales con actividad antioxidante (L-carnitina, acetil-L-carnitina, fructosa, ácido cítrico, selenio, coenzima Q10, zinc, ácido ascórbico, cianocobalamina, ácido fólico) pueden mejorar los parámetros más importantes de la calidad del esperma (Busetto et al., 2012).

Entre las vitaminas esenciales que requieren nuestro cuerpo está el folato o vitamina B9/vitamina M, mejor conocido como ácido fólico, siendo esta la versión sintética usada para la fortificación de alimentos y suplementos. Los beneficios del folato juegan un papel importante en la síntesis y reparación del ADN, y fomenta el crecimiento celular y tisular (Ebisch et al., 2007). Un suministro suficiente de ácido fólico, está implicado en la espermatogénesis, encontrándose una relación entre el aumento de daño en el ADN del espermatozoide y una baja concentración de folato en el semen. Por lo tanto, ciertos suplementos alimenticios podrían influir favorablemente en la función eréctil (Boxmeer et al., 2009).

Estudios que exploran el papel del ácido fólico en la espermatogénesis, lo han relacionado con la salud y función de los espermatozoides. Los hombres con un consumo bajo de folato, han demostrado tener espermatozoides con una estructura cromosómica incorrecta (Ebisch et al., 2007). Un estudio realizado en el 2012 informó que los pacientes infértiles que tomaron un suplemento nutricional con ácido fólico, experimentaron una mejora

significativa en la movilidad del esperma y lograron el embarazo con sus parejas (Busetto et al., 2012).

A pesar del gran número de investigaciones sobre los diversos efectos de la abamectina insecticida, hay una escasez en sus estudios sobre la reproducción, por tanto, la investigación tuvo como propósito, evaluar los efectos de la abamectina y el ácido fólico (como posible protector) en los parámetros espermáticos (concentración, movilidad, vitalidad y morfología), y aspectos morfológicos: peso y volumen de los testículos y peso de vesícula seminal en ratas BIOU: Sprague-Dawley.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se trabajó con 25 ratas macho BIOU: Sprague-Dawley® procedentes del Bioterio de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela, y colocadas en jaulas de vidrio y enumeradas para su identificación, de peso aproximado 240 g, y de 80-90 días de edad en 12 horas luz/12 horas oscuridad en ambiente controlado. Se les ofreció comida (alimento concentrado) y agua ad libitum. La selección del tamaño muestral “n” fue determinada probabilísticamente con un valor alfa de 5%, e intervalo de confianza de 95% y  $P \leq 0,05$ .

Según lo estipulado por la OECD (2001), los animales se mantuvieron por 5 días en sus jaulas antes de la dosificación para permitir su aclimatación a la condición del Laboratorio de Entomología del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, con temperatura y humedad relativa promedio de 22,32 °C y 56,46 % respectivamente.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- Tratamiento 1: (n=5) Control.
- Tratamiento 2: (n=5) Administración de ABA 10mg/kg vía oral cada 48 horas por 21 días.
- Tratamiento 3: (n=5) Administración de ABA 10mg/kg cada 48

horas más ácido fólico, vía oral a razón de 400µg/kg cada 24 horas por 21 días.

- Tratamiento 4: (n=5) Administración de ABA 30mg/kg vía oral cada 48 horas por 21 días.
- Tratamiento 5: (n=5) Administración de ABA 30mg/kg vía oral cada 48 horas más ácido fólico, vía oral a razón de 400µg/kg cada 24 horas por 21 días.

La ABA empleada fue ABAVEEX® 1.8% EC, usado como insecticida-acaricida. El producto contiene una mezcla de avermectina A1a y no más del 20% de avermectina B1b. ABA se emulsionó en agua destilada inmediatamente antes de su uso, y se administró por vía oral a las ratas de los grupos experimentales mediante cánula esofágica.

La DL50 oral para el producto EC de abamectina al 1.8% en ratas es de 300 mg/kg. Las dosis probadas se seleccionaron de acuerdo con el estudio previo de Abd-Elhady y Abou-Elghar (2013). Las concentraciones de ABA fueron de 10 mg/kg y 30 mg/kg.

El ácido fólico suministrado fue del laboratorio KLINOS bajo la presentación de 10 mg/mL solución oral. La dosis seleccionada fue de acuerdo al estudio realizado por Herrera et al. (2012), a razón de 400 µg/kg.

Para el procesamiento de los animales se realizó transcurridos los 21 días de la administración de la abamectina y del ácido fólico. Los grupos de ratas fueron sacrificados aleatoriamente mediante una sobredosis de anestesia inhalatoria con enflurano USP al 100 %. Posteriormente se colocaron en una charola de disección para la extracción de ambos testículos y vesícula seminal.

En la obtención de la muestra, el epidídimo izquierdo fue extraído y se le realizaron varios cortes a la cola, luego se introdujo en un tubo de ensayo con 100 µL de solución salina fisiológica (SSF), donde fue macerado suavemente con un embolo para liberar a los espermatozoides, enseguida se mezcló con ayuda de un vórtex o agitador mecánico. Se obtuvo espermatozoides de la cola epididimaria proveniente del epidídimo izquierdo para registrar la movilidad,

concentración, vitalidad y morfología espermática; ya que en esta porción los espermatozoides son de 2 a 10 veces más fértiles (Larsen, 1986; Crabo, 1986).

Se evaluaron los siguientes parámetros espermáticos. 1. *Concentración espermática*: Se realizó una dilución 1:100 (990  $\mu\text{L}$  de SSF más 10  $\mu\text{L}$  del macerado), de esta dilución se tomó 10  $\mu\text{L}$ , se colocó en la cámara de Neubauer, para el conteo de los espermatozoides en el cuadrante central, mediante el uso de un microscopio óptico con objetivo de 40X, la cantidad de espermatozoides se multiplicó por el factor correspondiente ( $10^6$ ). La concentración de espermatozoides fue expresada en millones/ $\mu\text{L}$ . 2. *Movilidad espermática*: A partir del macerado, se realizó una dilución 1:100 (990  $\mu\text{L}$  de SSF más 10  $\mu\text{L}$  del macerado), se colocó en una lámina portaobjeto y se observó en un microscopio óptico con objetivo de 40X. Se consideró que un espermatozoide presentaba movilidad progresiva (MP), cuando presentaba desplazamiento, movilidad no progresiva (MNP), a aquellos que no se desplazaban y sólo tenían un movimiento *in situ* e inmóviles (I), los que no presentaban ningún tipo de movimiento. 3. *Vitalidad espermática*: Se utilizó una dilución 1:10 (190  $\mu\text{L}$  de SSF más 10  $\mu\text{L}$  del macerado) utilizando 10  $\mu\text{L}$  de la dilución con 10  $\mu\text{L}$  de eosina en un portaobjeto, se dejó la preparación 30 segundos en reposo y se observó en un microscopio óptico con objetivo de 40X. La técnica se basa en que los colorantes no pueden atravesar una membrana plasmática estructuralmente intacta, de tal forma que un espermatozoide vivo será aquel cuyo núcleo no está teñido de rojo; y en el caso de que la membrana esté estructuralmente dañada será atravesada por los colorantes, por lo que un espermatozoide muerto será aquel cuyo núcleo se tiñe de rojo. 4. *Morfología espermática*: Se utilizó una dilución 1:10 (190  $\mu\text{L}$  de SSF más 10  $\mu\text{L}$  del macerado), donde los espermatozoides fueron expandidos mediante un frotis sobre láminas portaobjetos, se dejó secar a temperatura ambiente y se fijaron con metanol; más tarde se colorearon con Cristal Violeta y Giemsa puro, en proporción 4:6 por un minuto. Se observaron en un microscopio óptico con objetivo de 40X. Para evaluar la morfología espermática se observó la cabeza

del espermatozoide considerando la morfología de la cabeza normal cuando presenta el gancho característico (Figura 3), y anormal cuando presentan forma amorfa, banana y sin gancho (Figura 1 y 2).

**Morfología de testículos y vesículas seminales.** Una vez extraídos ambos testículos y la vesícula seminal, se colocaron en una capsula de Petri la cual contenía SSF; se limpiaron y se lavaron para eliminar el exceso de tejido adiposo que pudiera interferir en el pesaje. Se utilizó para el pesaje una balanza de apreciación mínima. En un cilindro graduado de 100 mL, se colocó solución salina enrasando hasta marcar 10 ml (Volumen inicial), posteriormente se colocó el testículo utilizando una pinza de disección, se observó y anotó el volumen del líquido desplazado por el órgano (Volumen final). Se obtuvo el volumen del testículo, restando el volumen final del volumen inicial.

Los datos fueron analizados usando un modelo lineal univariante (análisis de varianza, análisis descriptivo y la prueba de comparación de medidas de Duncan), que fue calculado a  $P \leq 0.005$  con el paquete estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS, versión 20).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Signos de toxicidad.**

**Morbilidad y mortalidad:** Los animales del tratamiento 5 tratados con ABA 30 mg/kg más ácido fólico mostraron signos de toxicidad a los ocho días, como; reducción de la ingesta de agua y alimento, pérdida de peso, rechinar de dientes, actividad física disminuida, pelaje descuidado, piloerección, postura anormal (arqueamiento dorsal), y temblores; por razones de ética animal, se procedió a la eutanasia de este grupo, con Enflurano USP 100 %, por lo que no se obtuvo resultados en dicho grupo de tratamiento.

Es importante señalar que se observaron signos de toxicidad en los demás grupos de tratamiento, pero estos se mostraron menos severos, permitiendo continuar con la experimentación.

## **Parámetros espermáticos.**

**Concentración espermática (millones/ $\mu\text{L}$ ):** En los resultados obtenidos para la concentración espermática se obtuvo una diferencia altamente significativa entre los grupos de tratamientos ( $P < 0,00$ ), tratamiento 1: 457.200.000/ $\mu\text{L}$ , tratamiento 2: 283.800.000/ $\mu\text{L}$ , tratamiento 3: 344.600.000/ $\mu\text{L}$ , y tratamiento 4: 193.800.000/ $\mu\text{L}$ .

Según la prueba de comparación de medias de Duncan existe diferencia entre los grupos de tratamiento discriminándolos en 4 grupos estadísticos; siendo el tratamiento 4, con dosis de 30 mg/kg el más afectado a diferencia de los demás tratamientos. Cabe destacar que los animales con el tratamiento 3, con dosis de 10 mg/kg en combinación con el ácido fólico muestran una disminución de la concentración espermática no tan marcada en comparación con los animales del tratamiento 2, que solo fueron dosificados con el insecticida a 10 mg/kg, resultados que fueron contrastados con el tratamiento 1. Estos datos nos llevan a pensar que el ácido fólico reduce parcialmente la acción del ABA, ejerciendo un efecto protector sobre la concentración espermática, tomando en cuenta que a mayor concentración de exposición al insecticida se produce un efecto negativo sobre este parámetro.

Estos resultados concuerdan con los presentados por Elbetieha y Da'as (2003), donde muestran que después de la exposición a la abamectina durante seis semanas basado en el consumo de líquidos, el número de espermatozoides del epidídimo se redujo en los machos tratados a diferentes dosis. Adicionalmente El-Shafey et al. (2011), en su estudio muestra la disminución del recuento de espermatozoides en grupos tratados con abamectina a dosis única de 8,70 mg/kg después de 1, 2, 3 y 7 días, la disminución fue significativa en comparación con el grupo control. Tal reducción puede deberse por un efecto directo del plaguicida en las células testiculares de Leydig y Sertoli, causando una disminución en la producción de testosterona (Elbetieha y Da'as, 2003).

**Movilidad espermática (%):** La movilidad espermática fue expresada porcentualmente en categorías:

✓ *Movilidad progresiva (MP):* Para esta categoría, el modelo estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ) los resultados de las medias fueron las siguientes: tratamiento 1: 80,40 %, tratamiento 2: 53,80 %, tratamiento 3: 63,20 %, y el tratamiento 4: 45,60 %; según la prueba de Duncan discrimina los datos en 4 grupos. El tratamiento 4 a dosis de 30 mg/kg, muestra en MP el valor más bajo en comparación con los demás tratamientos. A su vez el tratamiento 3 con dosis a 10 mg/kg más el ácido fólico, refleja un porcentaje por encima de los animales con el tratamiento 2.

✓ *Movilidad no progresiva (MNP):* En esta categoría, el modelo estadístico arrojó diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), se obtuvo en el tratamiento 1: 15,60 %, tratamiento 2: 39,20 %, tratamiento 3: 31,20 %, y tratamiento 4: 35,20 %, según el análisis de Duncan discrimina los datos en 4 grupos; donde se obtuvo que los animales del tratamiento 2 presentan el mayor porcentaje de espermatozoides con MNP a diferencia de los demás tratamientos.

✓ *Inmóviles (I):* El modelo estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), se obtuvo en el tratamiento 1: 4,00 %, tratamiento 2: 7,00 %, el tratamiento 3: 5,60 %, y tratamiento 4: 19,20 %. Según el análisis de medias de Duncan discrimina los datos en 3 grupos. Un primer grupo englobando a los tratamientos 1 y 3, un segundo grupo abarcando los animales del tratamiento 2 y 3; y un último grupo con el tratamiento 4; demostrándose nuevamente que la dosis 30 mg/kg ejerce un efecto importante en la movilidad espermática, y el ácido fólico refleja su papel protector.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos previamente por Celik-Ozenci et al. (2011) donde demostraron que la exposición a la abamectina durante seis semanas induce daño testicular y afecta la dinámica de los espermatozoides en ratas; así mismo Celik-Ozenci et al. (2012) presenta un estudio en trabajadores agrícolas concluyendo que la exposición al ABA disminuye la movilidad del espermatozoide afectando así la calidad del semen.

**Vitalidad espermática (%):** Para este parámetro, el modelo estadístico indicó diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), los resultados fueron para el tratamiento 1: 95,20 %, tratamiento 2: 92,00 %, tratamiento 3: 93,60 %, y tratamiento 4: 79,40 %. Según la prueba de comparación de medias de Duncan, discriminó los resultados en 3 grupos estadísticos. Un primer grupo donde discrimina al tratamiento 4, un segundo grupo englobando a los tratamientos 2 y 3, y un último grupo abarcando los animales de los tratamientos 3 y 1. Mostrando como el tratamiento 4 es el que presenta menor porcentaje de espermatozoides vivos, seguido de los tratamientos 2 y 3 en comparación con el tratamiento 1, entendiéndose que el tratamiento 3 con el ácido fólico genera un efecto protector ante el daño que genera el insecticida al espermatozoide.

Cabe destacar que en los trabajos previos no se han descrito resultados que indiquen el efecto del ABA en la vitalidad espermática, por lo cual no permitió contrastar estos resultados con otras investigaciones.

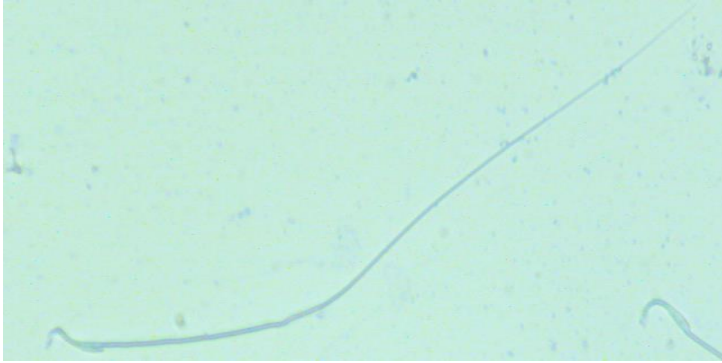
**Morfología espermática (%):**

✓ *Morfología normal del espermatozoide:* El modelo estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), para el tratamiento 1: 98,60 %, tratamiento 2: 96,40 %, tratamiento 3: 95,20 % y tratamiento 4: 80,60 %. Según la prueba de comparación de medias de Duncan los resultados son discriminados en 2 grupos estadísticos; separando al tratamiento 4, donde se presenta el más bajo porcentaje en la morfología normal del espermatozoide, dado a que este grupo presenta la dosis de 30

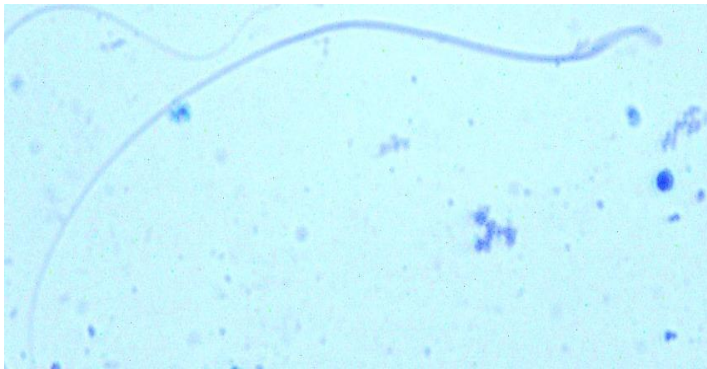
mg/kg sin ácido fólico, reflejando el daño causado por la exposición al insecticida en comparación con los demás tratamientos que presentan valores muy cercanos entre sí.

✓ *Morfología anormal de espermatozoide:* En esta categoría, el modelo estadístico arrojó diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), para el tratamiento 1: 1,40 %, tratamiento 2: 3,00 %, tratamiento 3: 4,80 % y tratamiento 4: 19,40 %. Según la prueba de comparación de medias de Duncan, los resultados fueron discriminados en 2 grupos estadísticos. El tratamiento 4 muestra un alto porcentaje en la morfología anormal del espermatozoide, considerando que este grupo de tratamiento representa la dosis más alta evaluada en el estudio.

Según los investigadores Mahgoub y El-Medany (2001), describen que la exposición a agroquímicos puede causar diversos cambios citopatológicos e histopatológicos en el sistema reproductivo de los mamíferos machos, que incluyen una menor espermatogénesis y concentración de espermatozoides. Adicional a ello Toth et al. (1989), y Kluwe et al. (1983), acotan que la exposición a compuestos químicos como la epiclorhidrina reduce el número de espermatozoides y aumenta la morfología anormal con cambios histopatológicos manifestados en los animales. Los resultados obtenidos en esta investigación explican el comportamiento del ABA sobre el cambio en la estructura del espermatozoide, generando así un aumento en la cantidad de espermatozoides defectuosos (anomalía en la cabeza: forma de banana, gancho pequeño, desprendimiento de cabeza) provocado por un daño celular (Figura 1 y 2).



**Figura 1.** Espermatozoide anormal (defecto en la cabeza: amorfo) de rata BIOU: Sprague-Dawley® tratada con ABA a dosis de 30 mg/kg. Observada con aumento de 40X.



**Figura 2.** Espermatozoide anormal (forma de banana) de rata BIOU: Sprague-Dawley® tratada con ABA a dosis de 10 mg/kg. Observada con aumento de 40X.

Un suministro suficiente de ácido fólico, está implicado en la espermatogénesis (Boxmeer et al, 2009). Un estudio realizado por Busetto et al. (2012) muestra que los pacientes previamente infértiles que tomaron un suplemento nutricional con ácido fólico, experimentaron una mejora significativa en la movilidad del espermatozoide y lograron el embarazo con sus parejas. Dichos autores respaldan los resultados obtenidos en este estudio, dado que el ácido fólico aparentemente genera una inhibición del daño en el sistema reproductor causado por el insecticida, el grupo 3 lo demuestra; ya que

los valores de concentración, movilidad y vitalidad son significativos en comparación con los grupos tratados con ABA sin ácido fólico; a su vez se observó el rol que tiene el ácido fólico como protector en la morfología espermática del tratamiento 3, donde la cantidad de espermatozoides anormales disminuyó, presentando así mayor número de espermatozoides normales en comparación con el tratamiento 4 (Figura 3).



**Figura 3.** Espermatozoide normal de una rata BIOU: Sprague-Dawley® tratada con ABA a dosis de 10 mg/kg más ácido fólico a 400 µg /kg. Observado con aumento de 40X.

### **Morfología de los testículos y vesícula seminal.**

**Peso de testículo derecho (g).** Al evaluar el peso de los testículos, en el análisis de la varianza no hubo diferencias significativas entre los grupos de tratamiento ( $P \leq 0,167$ ), y se obtuvo lo siguiente: tratamiento 1: 1,5242 g, tratamiento 2: 1,82 g, tratamiento 3: 1,74g y el tratamiento 4: 1,63g. Según el análisis de comparación de medias de Duncan los clasificó en un único grupo.

**Peso de testículo izquierdo (g).** Los datos representados en el modelo estadístico muestran que no hubo diferencias significativas entre los grupos de tratamiento ( $P \leq 0,106$ ), y se obtuvo lo siguiente: tratamiento 1: 1,5272g,

tratamiento 2: 1,8128g, tratamiento 3: 1,7312g y el tratamiento 4: 1,6068g; según el análisis de comparación de medias de Duncan los resultados los clasificó en 2 grupos estadísticos, los animales de los tratamientos 1, 3 y 4 con valores aproximados entre sí, aislando al tratamiento 2 por presentar entre los grupos el peso más alto.

Esto sugiere que la exposición al insecticida a dosis de 10 mg/kg y 30 mg/kg genera un ligero aumento a nivel testicular; confirmando estos resultados con la investigación realizada por Elbetieha y Da'as (2003), quienes demuestran claramente que la ingestión del ABA durante 6 semanas a diferentes dosis, induce efectos adversos sobre la fertilidad masculina y la reproducción, reflejando un aumento significativo en el peso de los testículos.

**Volumen de testículo derecho (mL).** Según el modelo estadístico, no hubo diferencias significativas entre los grupos de tratamiento ( $P \leq 0,649$ ), los resultados fueron: tratamiento 1: 1,92 mL, tratamiento 2: 1,98 mL, tratamiento 3: 2,16 mL y tratamiento 4: 1,82 mL; en el análisis de comparación de medias de Duncan los resultados los agrupa en único grupo.

**Volumen de testículo izquierdo (mL).** En el modelo estadístico, no hubo diferencias significativas entre los grupos de tratamiento ( $P \leq 0,745$ ), los resultados fueron: tratamiento 1: 1,86 mL, tratamiento 2: 1,96 mL, tratamiento 3: 2,10 mL y el tratamiento 4: 2,00 mL; según el análisis de comparación de medias de Duncan los agrupan en un único grupo.

Con respecto a este parámetro no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, suponiendo que la exposición al ABA no afecta de alguna manera el volumen de ambos testículos. Cabe destacar que no existen estudios previos que reflejen cambios en el volumen testicular inducidos por una sustancia química.

**Peso de la vesícula seminal (g).** Al analizar el peso de la vesícula seminal, el modelo estadístico arroja diferencias altamente significativas entre los grupos de tratamiento ( $P < 0,000$ ), los resultados fueron: tratamiento 1: 1,3438 g, tratamiento 2: 1,4627g, tratamiento 3: 1,1738 g y tratamiento 4: 0,6456 g. Tomando en consideración que el análisis de comparación de medias de Duncan los clasificó en 2 grupos estadísticos; discriminando solo al tratamiento 4, quien presenta el menor peso en comparación a los demás tratamientos.

Se deduce, que a concentraciones de 30 mg/kg del ABA hay una degeneración o reducción en esta glándula sexual, donde el ácido fólico muestra el efecto el cual contrarresta la acción del insecticida. Schrader et al. (1988), informa que la exposición a plaguicidas, como al dibromuro de etileno puede causar una reducción significativa en la movilidad y vitalidad del espermatozoide, por lo que puede afectar a las glándulas sexuales accesorias. Respaldao en cierta forma nuestros resultados. Sin embargo, Elbetieha y Da'as (2003), en su estudio reflejan que el peso de las vesículas seminales no tiene un aumento significativo ante la exposición del ABA.

## **CONCLUSIONES**

Los animales tratados con ABA a dosis de 30 mg/kg pueden generar signos de toxicidad; además en combinación con el ácido fólico pueden generar un colapso a nivel sistémico. El ABA a dosis de 10 mg/kg y 30 mg/kg, generan un efecto adverso sobre el sistema reproductor específicamente a nivel espermático, y una disminución significativa tanto en la concentración como en la movilidad y la vitalidad espermática. La exposición al ABA a dosis comprendidas entre 10 y 30 mg/kg genera un aumento en el número de espermatozoides con morfología anormal.

El ácido fólico produce un efecto inhibitorio en la calidad espermática, sobre el daño causado por el ABA a dosis baja (10 mg/kg). Cabe destacar que a dosis

de 30 mg/kg del ABA, no se pudo evidenciar el efecto protector del ácido fólico debido a la intoxicación presentada en los animales del tratamiento 5.

En cuanto al pesaje de testículos y vesículas seminales el ácido fólico no tiene un efecto protector, ya que a mayor concentración de ABA el peso de las vesículas disminuye. A dosis de 30 mg/kg de ABA se observa una disminución en el peso de los testículos y vesículas seminales. El volumen de los testículos no presenta una diferencia significativa ante la exposición del ABA a dosis de 10 mg/kg y 30 mg/kg.

El uso extendido de productos agroquímicos para la protección de cultivos contra plagas, aunque eficaz, plantea serias preocupaciones debido a sus efectos perjudiciales en el ambiente y la salud. La presente investigación evidenció el efecto negativo de un insecticida específico sobre la capacidad reproductiva de ratas de laboratorio. Estos hallazgos, aunque preliminares en modelos animales, alertan sobre los riesgos potenciales para la salud reproductiva de poblaciones humanas expuestas de manera continua a ambientes agrícolas con alta aplicación de agroquímicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Elhady, H., Abou-Elghar, G. (2013). **Abamectin induced biochemical and histopathological changes in the albino rat, rattus norvegicus.** Journal of plant protection research, 53(3): 263-271.
- Aitken, J., Baker, M. (2006). **Oxidative stress, spermsurvival and fertility control.** Molecular and celular endocrinology. 250: 66-69.
- Boxmeer J., Smit, M., Utomo, E., Romijin, J., Eijikemans, J., Lindemans, J., Laven, J., Macklon, N., Steegers, E., Steegers-Theunissen, R. (2009). **Low folate in seminal plasma is associated with increased sperm DNA damage.** FertilSteril, 92 (2):548-556.
- Busseto, G., Koverech, A., Messano, M., Antonini, G., De Berardinis, E., Gentile, V. (2012). **Prospective open-label study on the efficacy and tolerability of a combination of nutritional supplements in primary infertile patients with idiopathic astenoteratozoospermia.** Urología e Andrología, 84(3): 137-140.
- Castaño, J., Castanha, Z., Maioli, M., Medeiros, H., Mingatto E. (2012). **Abamectin affects the bioenergetics of liver mitochondria: A potential mechanism of hepatotoxicity.** Elsevier, Toxicology in Vitro, (26): 51-56.
- Celik-Ozenci, C., Tasatargil A., Tekcan, M., Sati, L., Gungor, E., Isbir, M., Usta, M., Akar,

- E., Erler, F. (2012). **Effect of abamectina exposure on semen parameters indicative of reduced sperm maturity: a study on farm workers in Antalya (Turkey)**. *First International Journal of Andrology*. 44, (6) :388–395.
- Celik-Ozenci, C., Tasatargil, A., Tekcan, M., Sati, L., Gungor, E., Isbir, M., Demir, R. (2011). **Effects of abamectin exposure on male fertility in rats: Potential role of oxidative stress-mediated poly (ADP-ribose) polymerase (PARP) activation**. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 61:310–317.
- Córdoba, D. (2006). **Toxicología**. 5ta Edición, Bogota: Manual Moderno. Pp. 188-189.
- Crabo, B. (1986). **Factors affecting spermatogenesis and boar fertility**. In: **Current therapy in Theriogenology**. Diagnosis, Treatment and Prevention and Reproductive Diseases in Small and Large Animals. W. B. Saunders Company.
- Ebisch, I., Thomas, C., Peters, W., Braat, D., Steegers-Theunissen, R. (2007). **The importance of folate, zinc and antioxidants in the pathogenesis and prevention of subfertility**. *Hum Reprod Update*, 13(2):163-74.
- El-Shafey, A., Seliem, El- Mahrouky, F., Gabr, W., Kandil, R. (2011). **Some physiological and Biochemical effects of Oshar extract and Abamectin biocide on male albino rats**. *Revista Journal of american science*, 7(12).
- Elbetieha, A; Da'as, Si. (2003). **Assessment of antifertility of abamectina pesticide in male rats**. *Ecotoxicology and environmental safety*. 55, 307-313.
- García, M., Dovale, A. (2004). **Posible efecto protector de un complemento vitamínico sobre daños testiculares causados por el etanol en ratas**. VI Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica.
- González, E., Caridad, H. (2015). **Efectos del ácido fólico sobre algunas variables morfométricas en ratas Wistar recién nacidas**. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, (19), 4.
- Hayes, E., Maul, H., Freerksen N. (2009). **Folic acid: why school students need to know about it**. *Editor-in-Chief of Science in School*, 13.
- Herrera, A., Zumeta, M., Bravo, M. (2012). **Efectos del ácido fólico sobre algunas variables morfométricas del timo de ratas adolescentes con síndrome fetal alcohólico**. *Revista cubana Investigaciones Bioméd*, 31 (1).
- Kluwe, W., Montgomery, C., Giles, H., Prejean, J. (1983). **Encephalopathy in rats and nephropathy in rats and mice after subchronic oral exposure to benzaldehyde**. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 21, Issue 3.
- Larsen, R. (1986). **Semen collection from the Boar** In: *Current Therapy in Theriogenolog*, pp 969-72.
- Mahgoub, A., El-Medany, A. (2001). **Evaluation of the chronic exposure of the reproductive system of the male rat to the methomyl insecticide**. *PharmRes* 44: 73-80.
- Molina, Y., García, M., Balza, A., Benítez, P., Contreras, L. (2012). **Niveles de plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela, entre 2008 y 2010**. *Revista internacional de*

contaminación ambiental, 28, (4).

OCDE, (2001). **Organization for Economic Cooperation and Development.** The OECD principles of corporate governance.

Schrader, S., Turne, T., Ratcliffe, (1988). **The effects of ethylene dibromide on semen quality: a comparison of short term and chronic exposure.** *Reprod. Toxicol.* 2:191–198.

Toth, G., Zenick, H., Smith, M, (1989). **Effects of epichlorohydrin on male and female reproduction in Long-Evans rats.** *Fundam Appl Toxicol*, 13 (1):16-25.

## **TUBETES: SOLUCIÓN PARA PROBLEMAS PATOLÓGICOS EN VIVEROS Y PLANTACIONES DE CAFÉ.**

### **TUBETS: THE SOLUTION FOR PATHOLOGICAL PROBLEMS OF COFFEE NURSERIES AND PLANTATIONS.**

<sup>1</sup>Rojas Katty, <sup>2</sup>Bracamonte Lilian, <sup>3</sup>Díaz Jimmy, <sup>4</sup>Castillo Daniel, <sup>5</sup>Contreras Carlos, <sup>6</sup>Holmquist Otón.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. ORCID: 0000-0003-2616-0785. E-mail: kattyrojas2023@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ORCID: 0009-0006-6664-867X. E-mail: liliantbracamonte@gmail.com.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Mérida-Venezuela. ORCID: 0009-0004-7887-3976. E-mail: jimmyarnalddiazflores@gmail.com.

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. ORCID: 0000-0002-1540-584X. E-mail: agroincas@gmail.com.

<sup>5</sup>Decanato de Agronomía. Departamento de Ciencias Biológicas. UCLA. E-mail: carloscontreras@ucla.edu.ve.

<sup>6</sup>Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ORCID: 0009-0000-6411-6545. E-mail: oholmquistch@gmail.com.

**Fecha de Inicio:** 12/12/2023

**Fecha de finalización:** 15/03/2024

### **RESUMEN**

El propósito principal de esta Nota Técnica es hacer énfasis en las ventajas fitosanitarias de la producción de plántulas en tubetes, con referencia especial a la producción de plántulas de café. El sistema de producción de plántulas en bandejas y tubetes es utilizado a nivel mundial. En Venezuela, los tubetes se han empleado intensivamente en la producción de plantas de pino y otras especies forestales, pero poco en la producción de café, cultivo de gran importancia en el país. Las plántulas producidas en tubetes ofrecen ventajas, especialmente en términos de control fitosanitario, reducción del volumen de sustrato y eficiencia en costos operativos. Se identificaron cinco

problemas patológicos importantes en la producción de plántulas en bolsas: 1) Desinfección del sustrato. 2) Formación de raíces en "J". 3) Infecciones por *Fusarium sp.* 4) Infecciones por *Meloidogyne sp.* y 5) Contaminación potencial del sustrato por *Fusarium oxysporum f.s. cubense* Raza 4 Tropical (FocR4T), un patógeno de reciente entrada al país que afectaría a las Musáceas asociadas. Se recomienda la adopción de tubetes debido a sus numerosas ventajas, especialmente en un mejor control fitosanitario y reducción de costos operativos, contribuyendo a la sostenibilidad y el éxito a largo plazo de la industria cafetalera en el país.

**Palabras clave:** Tubetes, café, control fitosanitario, viveros, Venezuela.

#### **ABSTRACT**

The main purpose of this Technical Note is to emphasize the phytosanitary advantages of the production of seedlings in tubets, with special reference to the production of coffee seedlings. The seedling production system in trays and tubets is used worldwide. In Venezuela, tubets have been used intensively in the production of pine plants and other forest species, but little in the production of coffee, a crop of great importance in the country. Seedlings produced in tubets offer advantages, especially in terms of phytosanitary control, reduction in substrate volume and efficiency in operating costs. Five important pathological problems were identified in the production of seedlings in bags: 1) Disinfection of the substrate. 2) Formation of "J" roots. 3) Infections due to *Fusarium sp.* 4) Infections due to *Meloidogyne sp.* and 5) Potential contamination of the substrate by *Fusarium oxysporum f.s. cubense* Race 4 Tropical (FocR4T), a pathogen that recently entered the country that would affect the associated

Musaceae. The adoption of tubets is recommended due to its numerous advantages, especially better phytosanitary control and reduction of operating costs, contributing to the sustainability and long-term success of the coffee industry in the country.

**Keywords:** Tubetes, coffee, phytosanitary control, nurseries, Venezuela.

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema de producción de plántulas en bandejas y tubetes de polietileno es extensivamente usado a nivel mundial, siendo generalmente las bandejas utilizadas en la producción de plántulas de los cultivos anuales y los tubetes en la producción de plántulas de cultivos permanentes.

El factor determinante que ha prevalecido para recomendar la adopción de tubetes en la producción de plantas de cafeto y otros cultivos, radica principalmente en la reducción del volumen de sustrato necesario para la producción de plántulas cumpliendo con los requisitos de textura, estructura, fertilidad y sobretodo sanidad, a fin de obtener plantas sanas y vigorosas que tendrán un buen desempeño en el campo (Contreras, 2024).

En Venezuela, la producción de plántulas en tubetes ha sido usada en forma intensiva en el sector forestal, desde hace muchos años, en la obtención de plántulas de Pino Caribe, Eucalipto, Acacia, etc., produciéndose varios millones de trasplantes por año, y ha tenido cierto uso además para viveros de Café, pero a nivel muy inferior al que demanda la producción real de este cultivo en el país, desaprovechando las ventajas que este sistema ofrece muy especialmente desde el punto de vista patológico.

En nuestro recorrido por los principales centros de producción de plántulas en tubetes, tanto en el área forestal como agrícola, de nuestro País, hemos encontrado que las ventajas que nos han mencionado, se refieren más que todo a ventajas del tipo económico, sin conceder, al parecer, mucha importancia al

valor fitosanitario de esta práctica.

Para la producción de plántulas de café, hay dos métodos para la siembra de semilla que hay que considerar: 1) La pregerminación de la semilla en los pregerminadores tradicionales (ejemplo, arena de río, lavada). Una vez que la semilla ha germinado y se encuentra en la etapa de fosforito o abiertas las hojas cotiledonarias (30-40 días después de sembrada), es trasplantada por métodos ordinarios a los tubetes o a las bolsas. 2) La siembra directa de la semilla al tubete o bolsa. Con el primer método se evita el costo que significa atender, especialmente con riego y fertilización, una extensión mucho más grande. Además, es bastante más barato cargar para su trasplante a campo, plántulas de 150 gramos, que bolsas de 2 kilos cada una.

Para la producción de 5 mil plántulas, número necesario para una hectárea de café, de acuerdo a la densidad comúnmente usada, se necesita por el método de bolsas, unos 10 m<sup>3</sup> de sustrato, con un peso entre diez y doce toneladas. Si se usan bolsas más pequeñas lógicamente estas cantidades serán menores. Para producir ese mismo número de plántulas en tubetes de 150 cm<sup>3</sup> de capacidad, se necesita 0,75 m<sup>3</sup> de sustrato, con un peso aproximado de media tonelada, dependiendo esto último de la proporción de los materiales usados para la elaboración del sustrato.

Con respecto al costo en mano de obra para recopilar, manejar, desinfectar (o más correctamente desinfestar) y llevar a campo el volumen de sustrato, se gasta mucho más en la producción de las plántulas en bolsas, comparada con la producción de plántulas en tubetes (Chaves-Vargas, et al. 2020). Sin embargo, el costo inicial es mayor en el establecimiento del sistema de tubetes porque el costo de los tubetes es bastante mayor que el de las bolsas, pero estas se usan, generalmente, una sola vez (al tratar de llenarlas para un segundo uso se abren por los lados) y los tubetes duran muchos años (Goyenaga, 2013 citado por Chaves-Vargas, et al. 2020). Con respecto al control de enfermedades y plagas,

las plántulas producidas en tubetes y las plántulas producidas en bolsas necesitan generalmente el mismo número de tratamientos foliares, ya sea de fertilización o de control de plagas y enfermedades, tales como la Mancha Foliar por *Cercospora* (*Cercospora coffeicola*) y el Tizón Foliar por Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*).

Las cifras usadas en los párrafos anteriores, se refieren a nuestra experiencia al respecto y pueden variar un poco de acuerdo a las encontradas por otros productores e investigadores.

## **METODOLOGÍA**

De acuerdo a nuestra experiencia, consideramos que existen 5 problemas patológicos importantes en la producción de plántulas de café y que tienen gran incidencia en Venezuela, a saber: 1) La desinfección del sustrato. 2) Plantas trasplantadas con el problema de raíz en “J” o enrollamiento comúnmente llamado “rabo de cochino”. 3) Trasplante de plántulas ya infectadas con *Fusarium* sp. 4) Trasplante de plántulas ya infectadas con *Meloidogyne* spp. 5) Sustratos que podrían estar contaminados con *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense Raza 4 Tropical (FocR4T), una enfermedad recientemente introducida en Venezuela que no ataca al café, pero que podría ser llevada en el sustrato de las bolsas a las Musáceas que generalmente se asocian con el café.

### **La desinfección del sustrato.**

Un problema actual que se les presenta a los viveristas, es la desinfección del sustrato, no contando ya con los tradicionales químicos con los cuales ejecutaban esas labores, tales como: Metam sodio, Bromuro de metilo, Furadan (Sharvelle, 1969; Agrios, 2005) entre otros, ya que su uso está prohibido a nivel mundial y en el País.

Se dispone de productos tales como formalina, vapor de agua (Sharvelle,

1969) y métodos como la solarización (Mesa, et al. 2000) que son más laboriosos en su aplicación y más si se considera la desinfección de un volumen de sustrato tan grande como el utilizado en el llenado de las bolsas. La formalina implica tapar y destapar el suelo, regarlo y volverlo a tapar por varios días después de haber hecho la aplicación (Sharvelle, 1969). El tapado puede hacerse con una cobertura impermeable como el plástico (lo que implica levantar la cobertura cada vez que se va a regar), y en muchas zonas donde no se consigue este material, se puede usar materia vegetal, como hojas de musáceas, tallos de maíz o cualquier otra cobertura de ese tipo que no lleven semillas que puedan germinar posteriormente. La desinfección por vapor de agua o calor implica la construcción de instalaciones y equipos a los cuales el productor generalmente no tiene acceso y menos para tratar el volumen de sustrato necesitado. La solarización implica tapar el suelo, en capas de poco espesor, con una cubierta plástica, por algunos días (Mesa, et al. 2000).

El sustrato para tubetes generalmente implica el uso de materiales orgánicos que no necesitan desinfección, entre ellos la cáscara de coco molida, la corteza molida de pino y otros árboles, aserrín, turba y cantidades de suelos mucho menores que permiten ser desinfectados a bajo costo (Cabrera, 2017). Usualmente la arena usada para germinar la semilla es arena lavada de río, que no amerita previa desinfección. Con respecto a la cantidad de abono a aplicarse, generalmente se lleva a cabo en cantidades menores, aunque hay que prestar especial cuidado al aporte de micronutrientes.

### **Plantas trasplantadas con el problema de raíz en “J”.**

La raíz pivotante en crecimiento geotrópico, al encontrar obstáculos para su crecimiento, trata de evadir ese obstáculo y si no puede hacerlo, como es el caso del fondo de la bolsa plástica, se doble en forma de “J”, o se enrolla en forma de espiral, resultando en ambos casos un sistema radicular inadecuado para el

transporte ascendente o descendente de agua y nutrientes, que en el futuro llega a producir notable deterioro en el crecimiento y producción de las plantas, o hasta su muerte. Bien conocen los productores de Pino Caribe del oriente de Venezuela, las muertes causadas en las plantaciones por el fenómeno de las raíces en “J” (J-roots), que se presentaban cuando la producción de almácigos se llevaba a cabo en bolsas. La utilización de los tubetes impide la presencia de estos dos fenómenos y su uso en las plantaciones de pino eliminó totalmente estos problemas.

En nuestras visitas al campo hemos detectado el problema de las raíces en “J” en muchas plantaciones de café en los Andes venezolanos, problema de una magnitud mayor que lo previsto. Sus daños son atribuidos generalmente a problemas de origen nutricional o fúngico, y en este caso, apreciables cantidades de productos químicos son usados para tratar de controlar el fenómeno con resultados negativos, cantidades de químicos agravados por el descontrol generalizado en la calibración de los equipos de aspersión.

Los síntomas que produce la raíz en “J” o en espiral en las plantas en producción, no son diferenciables a simple vista de los producidos por infecciones por *Fusarium*, *Verticillium*, Nemátodos, Palomilla, etc. Es decir, los síntomas de enfermedades o plagas de la raíz se manifiestan en la parte aérea de la planta como lo hace el J-roots o raíz en “rabo de cochino”. La enfermedad no es diagnosticada correctamente porque para hacerlo se necesita sacar las plantas de raíz, trabajo bastante arduo si se trata de plantas adultas y, además implica la pérdida de la planta.

### **Trasplante de plántulas ya infectadas con *Fusarium sp.***

La Fusariosis del café es causada por *Fusarium oxysporum f.sp. coffeicola*, hongo que hace vida en el suelo y que produce estructuras de resistencia que pueden permanecer años en el suelo, “germinando” o reiniciando el crecimiento,

tan pronto como entra en contacto con una raíz de café. La infestación de suelo con propágulos de *Fusarium* es factible cuando el agricultor toma tierra de zonas que fueron o son productoras de café y estas tierras llevan los propágulos de este hongo, que por el estímulo que le da la raíz del cafeto, germinan o reinician su crecimiento penetrando la raíz del mismo e invadiendo luego los haces vasculares del xilema, bloqueando la conducción de agua y sustancias minerales a las hojas, reduciendo notablemente la producción de los cafetales usualmente sin llegar a matarlos, por lo menos hasta después de haber causado pérdidas en la producción durante varios años.

Especies de *Fusarium spp.*, menos específicas en la selección del hospedero, pueden causar pérdidas en el semillero, por la misma vía de los *Fusaria*, irrumpiendo a través de las raíces y xilema, pero causando la muerte inmediata de las plántulas. Generalmente, estas especies de *Fusarium* que infectan las plántulas en los viveros, se asocian con otras especies de patógenos específicos del semillero tales como *Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.* y *Phytophthora spp.* (Agrios, 2005; Henao, 1982). En germinadores y viveros de café llevados a cabo con arena lavada de río, como regla general, no se presentan las enfermedades ocasionadas por *Fusarium* sino por hongos de los géneros *Pythium* y *Rhizoctonia*, muchas veces transportados por el agua de riego.

Algunas especies de hongos del género *Verticillium*, pueden atacar plántulas de café con un ciclo de la enfermedad y una sintomatología similar a la de *Fusarium spp.* (Henao, 1982), por lo tanto, también podría ir en suelos que se usan como sustrato para el llenado de las bolsas. Podemos y deberíamos incluirlo dentro de los peligros que puede conllevar el llenado indiscriminado de las bolsas, aunque reconocemos que *Verticillium sp.* no se ha presentado como patógeno importante del café en Venezuela.

### **Trasplante de plántulas ya infectadas con *Meloidogyne* sp.**

Los principales géneros de nemátodos patógenos que afectan el sistema radicular del cultivo de café son: *Meloidogyne*, *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* y *Helicotylenchus*, algunos de ellos con muchas especies, como por ejemplo el género *Meloidogyne* reportado con 12 especies diferentes que atacan las raíces del cafeto, de los cuales muchas están presentes en Venezuela, entre ellas *M. incognita*, *M. exigua*, *M. javanica* y *M. hapla* (Crozzoli, 2002). El nemátodo *Radopholus similis*, reportado atacando raíces de café (Figueroa, 1988) es causante de una agotadora enfermedad en las plantaciones de musáceas de todo el mundo y tiene especial notoriedad ya que estas plantas pueden estar asociadas con el cultivo de café.

Merece especial atención el género *Meloidogyne*, es decir, los nemátodos formadores de nódulos en las raíces, cuyas especies ya hemos mencionado. Estas especies tienen muchos hospederos y se encuentran en prácticamente cualquier suelo agrícola. Cuando el viverista obtiene suelo de una zona donde ha habido cultivos agrícolas, tiene una alta posibilidad de que vayan en el sustrato huevos de alguno de estos nemátodos, que van a infectar las raíces de las plántulas de café. Al trasplantar a campo las plántulas con algunos nódulos en sus raíces, poco a poco los nemátodos empiezan a infectar plantas vecinas, causando reducción en la producción de cada planta infectada. Al agricultor se le hace muy difícil identificar en campo los síntomas aéreos que puedan presentarse, conviviendo por muchos años con la reducción en la producción que estos nemátodos causan.

El diagnóstico de una plantación atacada por nematodos, requiere de un examen minucioso de sus raíces, práctica de por sí muy laboriosa. La sintomatología que se presenta en el follaje de la planta atacada, es difícil de diferenciar de la sintomatología que pudiera producir una raíz en "J" o un ataque de *Fusarium* en campo. El control de nemátodos en cafetales establecidos, es muy difícil. Una vez que el nematodo se encuentra dentro de las raíces, su control

requeriría de tratamientos sistémicos ya prohibidos por la alta contaminación que producen al suelo y a las aguas. Controlar *Meloidogyne spp.* en el sustrato de los tubetes es factible y sencillo.

#### **Sustratos que podrían estar contaminados con *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* Raza 4 Tropical (FocR4T).**

*Fusarium oxysporum f.sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T), causante de la marchitez de todas las especies comestibles de Musa (bananos, es decir todos los híbridos de *M. acuminata* x *M. balbisiana*). También incluye los diploides, triploides y tetraploides de *M. acuminata*), a nivel mundial, ha sido reportado en América en el año 2017 (Martínez-Solórzano, et al, 2020) y en Venezuela en 2023 (Candela-Echenique, et al. 2023). Es causante de una enfermedad que no tiene control y que amenaza con destruir toda la producción bananera del mundo, no habiendo hasta ahora una variedad de banano resistente que haya alcanzado cierta difusión y que sea recomendada para los diferentes ecosistemas en los cuales se produce este género (Martínez-Solórzano, et al, 2020).

La única alternativa posible es impedir la diseminación del patógeno. Se conoce la estrecha relación que existe entre el cultivo de café y el cultivo de banano Cavendish, en las zonas productoras de café en Venezuela, muy especialmente en los pisos más bajos, es decir de 600 a 800 m.s.n.m. No sería raro que cuando se haga un poco más común la infestación de suelos bananeros por Foc R4T, cosa que indefectiblemente pasará tarde o temprano, lleguen propágulos de Foc R4T a la tierra usada para llenar las bolsas donde se van a producir plántulas de café. Este hongo no va a atacar el cafeto, pero será llevado con los trasplantes a campo y una vez en campo si podrá infectar las plantas de banano, ocurriendo así la propagación de la enfermedad a zonas donde tenemos que evitar que llegue el Foc R4T. Estas producciones de cambures (Cavendish gigante) de plantaciones asociadas con el cultivo del café, representan un

volumen apreciable y una entrada económica importante para el productor cafetalero, formando parte esencial en la dieta de las poblaciones vecinas a dichas plantaciones.

La producción de plántulas de café en tubetes requiere cierta experimentación, sobre los componentes y proporciones de materiales a utilizarse en los sustratos. Esa tarea es poco factible de ser realizada por el productor, siendo motivo de experimentación por Universidades y Campos Experimentales. Se eleva la solicitud de emprender en plazo perentorio la actividad citada y se encuentren alternativas para las mezclas de materiales, para el sustrato de lo tubetes a ser producidos en esta región, que den como resultado la oferta de material sano y a precios accesibles, que sea entregado por el viveristas con o sin el tubete de acuerdo a arreglos previos entre las partes.

## **CONCLUSIONES**

Es motivo especial de este trabajo las recomendaciones fitosanitarias. Cada día son más numerosos los inconvenientes que observamos en las plantaciones de café, con problemas patológicos que se han podido solucionar en el vivero, con un costo y esfuerzo mucho menor.

Es altamente recomendable para la producción de plántulas de café necesarias para el establecimiento de plantaciones, la obtención de los trasplantes por el método de tubetes, y son varias las razones que hemos expuesto para avalar estas recomendaciones:

- Como la más importante, citamos los problemas patológicos, aunque extrañamente, no son tomados en cuenta en la mayor parte de los artículos que hemos revisado sobre el tema. Todos los trabajos sobre producción de plántulas en tubetes hablan de tres razones principales, muy valederas, para que se adopte el sistema:

- a) La reducción apreciable en los volúmenes de sustrato a usar.
  - b) El ahorro, en mano de obra, en el acopio del sustrato y en el transporte de las plantas a campo, añadiendo además el aspecto de la cantidad de bolsas utilizadas que son generalmente dejadas en campo, actuando como factor importante de contaminación.
  - c) El costo de los tubetes, aunque inicialmente es mucho mayor que el costo de la bolsa, este puede ser reusado varias veces (6-7), según los viveristas de *Pinus caribaea* del Oriente de Venezuela.
- Otra ventaja anotada para el uso de tubetes, es la menor duración del ciclo de la plántula en vivero, generalmente hasta dos meses más corto que las plantas en bolsas.

Finalmente, recomendamos ampliamente la producción de plantas de café en tubetes, debido a que, reduce el tiempo del vivero, reduce la cantidad de sustrato, disminuyen los costos operativos de transporte, trasplante y mano de obra y, por sobre todo podemos llevar a campo plántulas libres de los problemas patológicos mencionados, de gran importancia a nivel de plantación, lo que contribuirá a la sostenibilidad y el éxito a largo plazo de la industria cafetalera en el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G.N. (2005). **Plant pathology**. 5ª edición, Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Cabrera, J. (2017). **Evaluación de sustratos para mejorar la calidad de raíz de pilones de cafeto (*Coffea arabica*) var. Sarchimor en el sistema de siembra en tubetes, diagnóstico y servicios en la Finca Pegón Piloncito, Aldea el Jocotillo, Municipio de Villa Canales, Departamento de Guatemala, C.A.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía Área Integrada. Pp. 129.
- Candela-Echenique, D., Castillo-Perdomo, A., Noguera-Machado, N. (2023).

- Fusariosis en Plátanos (*Musa Paradisiaca*) en Venezuela, alternativas de Manejo y Control.** Revista de Ciencia y Tecnología Agrrollanía. Vol. 22:130-142.
- Chaves-Vargas, H., Peraza-Padilla, W., Sancho-Barrantes, E. (2020). **Almácigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos en sabanillas Alajuela, Costa Rica.** Revista Perspectivas Rurales. Vol 18, N° 35. [https://www.researchgate.net/publication/348295426\\_Chaves\\_Peraza\\_y\\_Sancho\\_2020\\_Almacigos\\_de\\_cafe\\_producidos\\_en\\_tubetes\\_con\\_diferentes\\_sustratos\\_en\\_sabanillas\\_Alajuela\\_CRC](https://www.researchgate.net/publication/348295426_Chaves_Peraza_y_Sancho_2020_Almacigos_de_cafe_producidos_en_tubetes_con_diferentes_sustratos_en_sabanillas_Alajuela_CRC)
- Contreras, C. (2024). **Producción de plántulas en tubetes, como una alternativa sostenible.** Congreso COICAFE 2024, Mérida-Venezuela.
- Crozzoli, R. (2002). **Especies de nemátodos fitoparasíticos en Venezuela.** Interciencia, 27(7), 354-364. Redalyc.Especies de nemátodos fitoparasíticos en Venezuela.
- Figueroa, A. (1988). **Análisis del problema de los nemátodos en viveros de café (*Coffea arabica* L.).** CATIE, Turrialba (Costa Rica). <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5775/1988n008Articulo2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Henao-Jaramillo, J. (1982). **El café en Venezuela.** Universidad. Central de Venezuela.
- Herrera, J., García, H., Ure, L. (2015). **Comportamiento de Plantas de café en Bolsas y Tubetes.** Estado Lara. Venezuela. Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC), (9). <https://convite.cenditel.gob.ve/revistaclic/index.php/revistaclic/article/view/569>
- Martínez-Solórzano, G., Rey-Brina, J., Pargas-Pichardo, R., Enrique-Manzanilla, E. (2020). **Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano.** Revista Agronomía Mesoamericana. Volumen 31(1):259-276.
- Mesa C., Rivera C., Bernal J., Jaramillo J. (2000). **Evaluación de diferentes materiales plásticos en la solarización del suelo para semilleros.** Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales - CDTF.
- Sharvelle, E. (1969). **Chemical control of plant diseases.** University Publishing, College Station. Texas.
- Villalba, D., Baeza, C., Gil, L. (s.f.) **Nematodos Fitoparásitos del Cafeto en Colombia.** biblioteca.cenicafe.org.

## **EFFECTOS DE LAS ENFERMEDADES FORESTALES EN LA INDUSTRIA MADERERA VENEZOLANA.**

### **EFFECTS OF FOREST DISEASES ON THE VENEZUELAN TIMBER INDUSTRY.**

---

Dugarte Simón.

Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Instituto para el Desarrollo Forestal (INDEFOR). E-mail: [dugarte.simond@gmail.com](mailto:dugarte.simond@gmail.com). ORCID: 0000-0002-4942-0570.

**Fecha de Inicio: 15/10/2024**

**Fecha de Finalización: 15/12/2024**

#### **RESUMEN**

Treinticinco millones de hectáreas de bosques cada año, son afectadas por plagas y enfermedades principalmente en las zonas templadas y boreales (FAO, 2010). El comercio internacional de productos forestales incrementa el traslado de enfermedades entre los continentes. El cambio climático torna el riesgo fitosanitario impredecible ante la llegada de diversas plagas y enfermedades. El manejo y la prevención de su dispersión son aspectos fundamentales para ayudar a asegurar el mantenimiento de la sanidad de los bosques y alcanzar los objetivos de la silvicultura sostenible, afectando la industria maderera y ecosistemas autóctonos. En la industria maderera venezolana se ha detectado una seria presencia de enfermedades muy vinculadas al fenómeno del niño para la década de los 90. La afectación no solo se presenta sobre el vuelo de las plantaciones, sino también se presentan en la madera, afectando directamente el valor de la misma. A pesar de las intensas investigaciones en plantaciones forestales, la dinámica de plagas y enfermedades junto al cambio climático, hace necesario la aplicación de medidas para mitigar el riesgo fitosanitario en cada una de las

actividades en plantaciones forestales.

**Palabras Clave:** riesgo fitosanitario, enfermedades forestales, Venezuela.

### **ABSTRACT**

Every year, 35 million hectares of forests are affected by pests and diseases, primarily in temperate and boreal zones (FAO, 2010). International trade in forest products increases the transfer of diseases between continents. Climate change makes phytosanitary risks unpredictable due to the arrival of various pests and diseases. The management and prevention of their spread are fundamental aspects to help ensure the maintenance of forest health and achieve the goals of sustainable forestry, impacting the timber industry and native ecosystems. In the Venezuelan timber industry, a serious presence of diseases closely linked to the El Niño phenomenon has been detected since the 1990s. The impact is not only observed in the growth of plantations but also affects the wood itself, directly influencing its value. Despite extensive research in forest plantations, the dynamics of pests and diseases, along with climate change, necessitate the implementation of measures to mitigate phytosanitary risks in all activities related to forest plantations.

**Keywords:** Phytosanitary risk, forest diseases, Venezuela.

### **INTRODUCCIÓN**

Las plagas y enfermedades forestales provocan daños a alrededor de 35 millones de hectáreas de bosques cada año, principalmente en las zonas templadas y boreales (FAO, 2010). Ciertos insectos y patógenos están planteando nuevas amenazas a la sanidad forestal debido al crecimiento del comercio internacional y la explotación de nuevos mercados. La modificación de los

hábitats y el aumento de los movimientos internacionales, asociado al comercio de plantas, productos vegetales y otros artículos, como contenedores, suelo, equipos industriales y equipajes personales, han contribuido a la dispersión de las plagas y enfermedades tanto dentro de los países como entre ellos.

El manejo de enfermedades y la prevención de su dispersión son aspectos fundamentales para ayudar a asegurar el mantenimiento de la sanidad de los bosques y alcanzar los objetivos de la silvicultura sostenible. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, 2013, en el análisis de riesgo para plagas cuarentenarias, los efectos de las plagas y enfermedades sobre la industria maderera pueden ser: 1) Efectos sobre los mercados internos y de exportación, en particular los efectos sobre el acceso a los mercados de exportación o aquellos que ameriten certificación; 2) Costos en control de calidad y prevención; 3) Cambios en la demanda interna o externa de consumo de un producto como resultado de variaciones en la calidad; 4) Efectos ambientales y de otro tipo no deseados de las medidas de control; 5) Viabilidad y costo de la erradicación o contención; 6) Capacidad para actuar como vector de otras plagas; 7) Recursos necesarios para investigaciones y consultas complementarias; 8) Efectos sociales y de otro tipo (por ejemplo, sobre el turismo); 9) Los efectos en áreas ecológicamente vulnerables o protegidas - el cambio importante en los procesos ecológicos y la estructura, la estabilidad o los procesos de un ecosistema (incluidos los efectos adicionales en las especies vegetales).

### **ENFERMEDADES FORESTALES Y SUS EFECTOS**

Mohali (2002), indica que la madera manchada causa un impacto negativo en la economía de las industrias forestales debido a que tiene que ser comercializada a precios más bajos y en condiciones desfavorables, consecuencia de la deficiente calidad, que no es aceptada por los mercados de consumo. La industria maderera venezolana no escapa a esta problemática y presenta

problemas fitosanitarios en diversas modalidades de silvicultura, entre las más relevantes las que se señalan a continuación: El Síndrome de Muerte Súbita del Pino Caribe. (Agrizonis, 1990; Holmquist, 1990). Citados por, Lugo S. et. al. 2006, señalan una sintomatología que precede a la mortalidad de la planta, entre la que destaca a nivel del vuelo, un secamiento progresivo desde el cogollo de las copas o ramas más jóvenes (ápice), hacia abajo (ramas adultas), un deterioro generalizado del árbol, con múltiples ramas amarillentas y caída de las mismas. En las raíces, existen lesiones con abundante producción de resina. Se ha aislado en los tejidos vegetales patógenos como *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. and Maubl. En trabajos realizados por Luis Cedeño et al, (2001), reporta *Sphaeropsis sapinea*, como agente causal, ambos asociados al estrés hídrico producido por el fenómeno climático del niño 96-98, como lo afirman Lugo, et al (2006).

Manchado azul; señala Mohali, (2008), que *Lasiodiplodia theobromae* y *Sphaeropsis sapinea*, son los principales hongos responsables del manchado azul de la madera de pino caribe en Venezuela. En eucalipto, se presenta el cancro del eucalipto por el *Chrysoporthe spp.* es una de las enfermedades más importantes en plantaciones establecidas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, destinadas a la producción de pasta química. La infección puede dañar hasta 50% de las plantas de especies susceptibles como *Eucalyptus saligna* Sm. y *Eucalyptus grandis* Hillex Maid. Los tallos al ser infectados por el hongo y formarse un cancro se debilitan y pueden romperse, por mecanismos físicos naturales (Bernal Irma et al 2009). Sus síntomas son heridas climáticas, de deterioro natural, ocasionadas por insectos o de tipo mecánico, lo que sugiere que las lesiones permiten la entrada del patógeno para causar la infección. Se presenta exudaciones, presumiblemente toxinas o secreciones enzimáticas del hongo las cuales pueden contribuir a la muerte de los tejidos.

La ubicación de los canchros en los tallos de los árboles varía de los 0,10 m hasta los 6 a 7 m de altura. En la mayoría de los casos, la longitud del cancro es

de 25 a 50 cm. De acuerdo con Rangel 2005, el programa de Plantaciones Comerciales de Caucho Natural en el Sector El Pozo de San Fernando de Atabapo, estado Amazonas, está siendo afectado por un “chancro indefinido”. La enfermedad se presenta en árboles a diferentes alturas del tronco y con distintos grados de desarrollo, afectando también las zonas cercanas al panel de sangrado. Presenta un hinchamiento en la zona afectada, seguida de una abertura en la corteza, donde brota una secreción de color negro que escurre a través del tronco; y se presenta incluso por debajo de la corteza, alcanzando porciones del cambium.

El chancro está presente en todos los bloques de producción y a diferentes niveles de incidencia, incluso en bloques con menos tiempo de haber sido plantados, lo que en el futuro puede limitar el aprovechamiento de los árboles y convertirse en un potencial riesgo de propagación de la misma por toda la plantación.

Florangel et. al (2010), describe hongos capaces de descomponer madera de Hevea provenientes de las plantaciones del estado Amazonas, Venezuela, identifico 7 especies: *Corioliopsis caperata* (Berk.) Murr., *Panus strigellus* (Berk.) Overh., *Pycnoporus sanguineus* (L.) Murr., *Rigidoporus vinctus* (Berk.) Ryv., *Trametes elegans* (Spreng.) Fr., *Trametes maxima* (Mont.) A. David & Rajchenb., asociadas a la pudrición blanca y *Fomitopsis nivosa* (Berk.) Gilbn. & Ryv., causante de pudrición marrón.

Alberto Ramírez (2008), reporta en Colombia *Phellinus noxius*, hongo asociado con la “pudrición de corazón de la teca” (Heart-rot). Es muy difícil de detectar en árboles en pie. Este hongo, y un grupo similar, tienen un rango amplio de hospederos. El hongo penetra por heridas de diferente origen, incluidas las radiculares. Se ha detectado particularmente en plantaciones en Venezuela asociadas con suelos pesados con inundaciones de corta duración.

En torno a plagas es muy común la incidencia de bachacos en plantaciones del oriente del país, termitas en caoba, melina y teca en sur del Lago de

Maracaibo. Pero una de las plagas de atención en especies autóctonas de alto valor comercial, como la caoba es la *Hypsipyla grandella* (taladrador de las meliáceas), Arzubialde (2007), menciona que es la larva de una mariposa nocturna, ésta pone algunos huevos en las hojas, principalmente, en la época de lluvias. Las larvas al nacer caminan por la hoja y penetran por las axilas de los brotes tiernos comiendo su interior y machacando el brote. Cuando comienza el ataque podemos observar en el cogollo del árbol y en las axilas de las ramas más tiernas aserrín marrón, es la señal de que la larva está ya comiendo por dentro.

Podemos mencionar otras enfermedades y plagas como la escoba de bruja en apamate, *Moniliophthora perniciosa* (Aime and Phillips-Mora, 2005) y *Fusarium decemcellulare*. Anillador del ciprés, no se tiene alguna referencia, puede ser atribuido a *Phloeosinus sp*, un escolítido que realiza una cámara nupcial con dos salidas donde se pondrán los huevos y, posteriormente, eclosionarán las ninfas, que, en un corto periodo de tiempo, se convertirán en adultos para emerger al exterior. Los daños se ven mucho más claros en años con sequías dominantes.

Las plagas y enfermedades se convierten en un problema importante para especies forestales de interés industrial o protector, con el objeto de garantizar la función de las plantaciones, FAO (2012), presenta una Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal, donde se contempla los elementos preventivos para minimizar el riesgo fitosanitario en el sector, se hace énfasis en el manejo integrado de plagas y el monitoreo continuo en cada una de las fases de la producción silvícola. Especiales atenciones toman estas acciones cuando el cambio climático presenta un gran vacío de información, en cuanto a la proliferación de plagas y enfermedades y especialmente cuando las plantaciones se tornan susceptibles en variaciones climáticas anómalas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arzubialde J. (2007). **La plantación de Teca y Caoba. Manual técnico de extensión Nº1.** Instituto Universitario Jesús Obrero (IUJO) Extensión Nuestra Señora de la Paz de Guanarito, estado Portuguesa. Primera Edición.
- Bernal I., Juárez C., Santos-Gally R., Silva L., Araceli H., Zavaleta-Mancera H., Susana H., Rivero A., Lezama C., La Del y Lara G., (2009). **Identificación del agente patógeno del cancro del eucalipto en plantaciones del Sureste de México.** Revista Ciencia Forestal en México.34.19-37.Disponible en línea:[https://www.researchgate.net/publication/230597618\\_Identificaci3n\\_del\\_agente\\_patogeno\\_del\\_cancro\\_del\\_eucalipto\\_en\\_plantaciones\\_del\\_Sureste\\_de\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/230597618_Identificaci3n_del_agente_patogeno_del_cancro_del_eucalipto_en_plantaciones_del_Sureste_de_Mexico).
- Cedeño L., Carrero C., Franco W., Torres L. y Briceño A., (2001). **Sphaeropsis sapinea asociado con quema del cogollo, muerte regresiva y cáncer en troncos, ramas y raíces del pino caribe en Venezuela.** Interciencia, vol. 26, núm. 5, mayo, 2001, pp. 210-215 Asociación Interciencia Caracas, Venezuela. Disponible en línea: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33905606.pdf>.
- Gobierno Federal. SEMARNAT. (2009). **El Medio ambiente en México.** Disponible en línea: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/resumen\\_2009/00\\_intros/pdf.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/resumen_2009/00_intros/pdf.html).
- Lugo L., Suárez C., Mora A., Montarulio M., (2006). **Relaciones entre la mortalidad y los suelos en las plantaciones de Pino caribe del oriente de Venezuela.** Revista Forestal Latinoamericana.39.5783.Disponible en línea:[https://www.researchgate.net/publication/299390251\\_RELACION\\_ENTRE\\_LA\\_MORTALIDAD\\_Y\\_LOS\\_SUELOS\\_EN\\_LAS\\_PLANTACIONES\\_DE\\_PINO\\_CARIBE\\_DEL\\_ORIENTE\\_DE\\_VENEZUELA/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/299390251_RELACION_ENTRE_LA_MORTALIDAD_Y_LOS_SUELOS_EN_LAS_PLANTACIONES_DE_PINO_CARIBE_DEL_ORIENTE_DE_VENEZUELA/citation/download).
- Luna F., Holmquist O., Cadenas A., Pietrantonio P., Maggiorani A. y Bracamonte L., (2010). **Hongos xilófagos causantes de la pudrición de la madera del caucho, Hevea brasiliensis, en Venezuela.** Revista Forestal Venezolana, Año XLIV, Volumen 54(2) julio -diciembre, 2010. Disponible en línea: [https://docplayer.es/84886724-Hongos-xilofagos-causantes-de-lapudricion-de-la-madera-del-caucho.html#google\\_vignette](https://docplayer.es/84886724-Hongos-xilofagos-causantes-de-lapudricion-de-la-madera-del-caucho.html#google_vignette).
- Mohali S., Encinas O. y Mora N., (2002). **Manchado azul en madera de Pinus Oocarpa y Azadirachta indica en Venezuela.** Fitopatología Venezolana. 15, 30-32. Disponible en línea: [https://www.researchgate.net/publication/255994168\\_Manchado\\_azul\\_en\\_madera\\_de\\_Pinus\\_oocarpa\\_y\\_Azadirachta\\_indica\\_en\\_Venezuela\\_Blue\\_stain\\_in\\_Pinus\\_oocarpa\\_and\\_Azadirachta\\_indica\\_woods\\_in\\_Venezuela/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/255994168_Manchado_azul_en_madera_de_Pinus_oocarpa_y_Azadirachta_indica_en_Venezuela_Blue_stain_in_Pinus_oocarpa_and_Azadirachta_indica_woods_in_Venezuela/citation/download).

- Mohali S. (2008). **Biopreservantes contra el manchado azul de la madera de pino caribe**. Revista Forestal. Venezolana. 52.143-148. Disponible en Línea: [https://www.researchgate.net/publication/255763058\\_Biopreservantes\\_contra\\_el\\_manchado\\_azul\\_de\\_la\\_madera\\_de\\_pino\\_caribe](https://www.researchgate.net/publication/255763058_Biopreservantes_contra_el_manchado_azul_de_la_madera_de_pino_caribe).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Rome, 2012. **Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal**. Estudio FAO: Montes 164. Disponible en línea: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/18133457-869f-42149d23-3921deca65f4/content>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, (2013). **Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias**. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia. Disponible en línea: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/72809628-2966-4d8c-ba42-0338f71fc941/content>.
- Plagas y enfermedades en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.F.) en la zona de Balzar, provincia del Guayas - Scientific Figure on Research Gate**. Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-  
Porcentaje-de-incidencia-de-enfermedades-causadaspor-hongos-  
patogenos-durante\\_fig4\\_267865035](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Porcentaje-de-incidencia-de-enfermedades-causadaspor-hongos-patogenos-durante_fig4_267865035) [accessed 29 Apr, 2024].
- Ramírez-C, A. (2008). Aspectos fitosanitarios en plantaciones forestales. Disponible en línea: [https://www.yumpu.com/es/document/view/13315953/aspectos-  
fitosanitarios-en-plantaciones-forestales-semillas](https://www.yumpu.com/es/document/view/13315953/aspectos-fitosanitarios-en-plantaciones-forestales-semillas).
- Rangel R., Holmquist O., Bracamonte L., Pietroantonio P., Cadenas A., Díaz J., (2005). **Lasiodiplodia theobromae, Agente causal del chancro del tronco en plantaciones de caucho en Amazonas, Venezuela**. R ev. For. Venez. Año XLVIII. Vol.58. 2014. Pp27-40. Disponible en línea: [https://www.academia.edu/116156154/LASIODIPL  
ODIA THEOBROMAE AGENTE CAUSAL DEL CHA  
NCRO DEL TRONCO EN PLANTACIONES DE CAUCHO EN AMAZONA  
S VENEZUELA](https://www.academia.edu/116156154/LASIODIPL_ODIA_THEOBROMAE_AGENTE_CAUSAL_DEL_CHANCRO_DEL_TRONCO_EN_PLANTACIONES_DE_CAUCHO_EN_AMAZONAS_VENEZUELA).
- Soto J., Díaz J., Ramírez M. (2014). **Diagnóstico florístico y fitosanitario de las especies arbóreas presentes en la parroquia Francisco Eugenio Bustamante, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela**. 341 Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2014, 31: 341-361. Disponible en Línea: [https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/  
27164/27786](https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27164/27786).



## Guía para los autores

### **Trascendencia:**

*Agricultura Andina*, es una publicación semestral del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, dedicada a la publicación de artículos científicos originales, en idioma español, que incluye investigaciones básicas y aplicadas pertenecientes al campo agropecuario nacional e internacional.

### **Instrucciones generales:**

Los manuscritos deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Deben ser resultado de investigaciones originales.
2. No deben exceder de 12 páginas tamaño carta, escritas por una sola cara, incluyendo texto, ilustraciones y bibliografías en letra Times New Roman 12, escrito en interlíneas de 1,0 y con márgenes de 2,5 cm por cada lado.
3. Se debe consignar un original y dos copias, una de las cuales no debe llevar nombre de autores ni identificación institucional, a fin de ser entregados a los árbitros para su evaluación. Además, se debe consignar un formato electrónico (disco compacto) en procesador Word para Windows.
4. Los párrafos deberán llevar sangría, dejando dos tabulaciones al inicio de la primera línea.
5. Los sub-títulos se escribirán en mayúscula y negrita, alineados a la izquierda.
6. Los nombres científicos válidos deben destacarse en negritas italizadas.
7. Los números decimales han de expresarse mediante comas y no puntos.
8. Las fotografías e imágenes (si se incluye alguna dentro del artículo) deben tener una resolución mínima de 3000 dpi.
9. En caso de que el texto exceda por su naturaleza la pauta, será decisión del Comité Editorial su aceptación.
10. El arbitraje será con especialistas en cada área; siendo su decisión inapelable. Cuando existan sugerencias por parte de los evaluadores para mejorar la calidad de los trabajos, éstos serán devueltos a sus autores para las respectivas correcciones, teniendo un plazo de dos semanas continuas para consignarlos nuevamente.
11. Todo Trabajo de Investigación debe llevar: Fecha de inicio y Fecha de Finalización.
12. Todo Investigador debe presentar su Identificador Digital Personal ORCID en su trabajo de Investigación y puede obtenerlo a través del enlace <https://orcid.org/register>.
13. Los textos deberán cumplir el siguiente orden y sugerencias básicas:

- a. Título: Preferiblemente que no exceda de 15 palabras, que denote los objetivos y el contenido del trabajo, debe ser escrito en dos idiomas: español e inglés.
- b. Autores: La identificación de los autores debe llevar nombre y apellido, seguido de los coautores, si fuera el caso. Deben aparecer después del título, indicando con una llamada (asterisco o número) la dirección institucional exacta de los autores, con la dirección postal y/o electrónica.
- c. Resumen: Debe incorporarse un resumen en español e inglés (abstract) de tipo informativo, donde se plantee el problema estudiado, la metodología utilizada y los principales resultados y conclusiones, con una extensión no mayor de 120 palabras, en un solo párrafo y a un solo espacio. Debajo de ambos resúmenes y en el idioma respectivo, se deben indicar entre tres y cinco palabras clave.
- d. Introducción: Es recomendable que contenga: Reseña histórica, problema, hipótesis (de existir), justificación, objetivos y teorías (de existir).
- e. Materiales y métodos: Se deberá indicar los materiales y equipos, procedimientos y/ o técnicas utilizadas para el logro de los objetivos propuestos.
- f. Resultados y discusión: Deberán ser claros y precisos, preferiblemente usando tablas, cuadros, gráficos y esquemas, las discusiones deberán facilitar la comprensión y asimilación de los resultados.
- g. Conclusiones: Deberán correspondencia con las expectativas planteadas en el desarrollo del trabajo.
- h. Referencias bibliográficas: en hojas separadas. Se recomienda seguir normas APA La secuencia en los textos antes señalado, está sujeta a la naturaleza de la investigación, de tal forma que podrán existir excepciones que ameritan la incorporación de algún otro punto de interés, como, por ejemplo, breve reseña histórica o antecedentes de la investigación.

La remisión de los manuscritos implica la cesión de los derechos de publicación, dentro del marco legal vigente al tal efecto. El Comité Editorial someterá a arbitraje los trabajos, los autores deberán ajustarse, dentro de límites razonables, a las sugerencias de los árbitros. La decisión final de publicaciones es del Comité Editorial, el cual también se reserva la realización de los cambios de forma, necesarios para publicar el trabajo en le revista.

## Instrucciones para los evaluadores

Los artículos de la revista **Agricultura Andina** son sometidos a evaluación de especialistas acreditados en las diferentes áreas de ámbito agropecuario. Por lo tanto, deben responder a un juicio externo que permita asegurar la pertinencia de cada trabajo.

Los evaluadores deben regirse por la planilla elaborada para realizar el arbitraje (planilla de evaluación de artículos) y por la “guía para autores”.

Se sugieren los siguientes pasos para evaluar los artículos:

1. Correspondencia del título con el contenido del artículo (punto 1 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
2. El área temática y la delimitación del tema del artículo debe corresponder estrictamente a la especialidad de la revista (punto 2 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
3. Metodología utilizada. El artículo debe cumplir con las instrucciones para los autores, tal como aparecen en la revista, de tal manera que el árbitro debe revisar si el artículo cumple con la normativa y la metodología previamente establecida por el Comité Editorial. (punto 3 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
4. Opinión sobre el resumen. Es importante que el resumen exprese claramente el contenido del artículo y que este se ajuste a la normativa establecida. (punto 4 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
5. Los resultados deben estar interpretados adecuadamente y deben corresponderse con la información existente (punto 5 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
6. Las conclusiones deben estar debidamente justificadas por los resultados (punto 6 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
7. El artículo debe tener aportes originales de importancia en el área (punto 7 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos)
8. Las Referencias Bibliográficas deben ser pertinentes al tema de estudio y adaptadas a las normas APA (punto 8 criterios para evaluar planilla de evaluación de artículos) Ej: Razz, R. y T. Clavero. 2006. Cambios en las características químicas de suelos en un banco de *Leucaena leucocephala* y en un monocultivo de *Brachiaria brizantha*. *Rev. Fac. Agron.*, LUZ 23 (3): 331-337
9. Recomendaciones del árbitro evaluador. La decisión del árbitro debe estar bien argumentada, cuando considere a un artículo publicable, publicable con modificaciones o no publicable. Debe explicar claramente las observaciones y sugerencias que considere oportunas

para enviarlas al autor. (recomendaciones del árbitro planilla de evaluación de artículos)

10. Los evaluadores deberán emitir su opinión en un período máximo de treinta (30) días continuos
11. El Comité Editorial informará oportunamente a los investigadores la fecha de aceptación de su artículo.

**Comité Editorial**  
**Revista Agricultura Andina**

## ÍNDICE ACUMULADO DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

*Agricultura Andina Volumen 1, Año 1982	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volúmenes 2 y 3, Años 1986 - 1988	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 4, Año 1989	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 5, Año 1990.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 6, Año 1991.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 7, Año 1992.	Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 8 Extraordinario Enero - Diciembre 2003.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 9 Extraordinario Enero – Diciembre 2004.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Enero - Diciembre 2005	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 11 Extraordinario Enero - Diciembre 2006.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 12 Enero - Junio 2007.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 13, Julio - Diciembre 2007.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 14, Enero - Junio, 2008.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

## **ÍNDICE ACUMULADO DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

*Agricultura Andina Volumen 15, Julio - Diciembre 2008.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 16, Enero - Junio 2009.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 17, Julio - Diciembre 2009.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
*Agricultura Andina Volumen 18, Extraordinario 2010.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 19, Extraordinario 2011	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 20, Año 2014.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Volumen 21, Año 2015.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 22, Especial 2016 - 2018.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 23, Especial 2019 – 2021.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
* Agricultura Andina Número 24, Especial 2022 - 2023.	IAAP Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

**ESTA VERSIÓN DIGITAL DE LA REVISTA AGRICULTURA ANDINA,  
SE REALIZÓ CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS  
ESTABLECIDOS PARA LA EDICIÓN ELECTRÓNICA EN EL AÑO 2024.  
PUBLICADA EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL SABERULA  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - VENEZUELA**

[www.saberula.ve](http://www.saberula.ve)  
[info@saber.ula.ve](mailto:info@saber.ula.ve)

## Revista del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

### Tabla de Contenido

#### Artículos

- 5 - 20 Molina Omar, Dávila Mario.  
**MODELO DE MUESTREO SUPERFICIE/PESO (SP), PARA LA EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN AGROECOLÓGICA DE SUELOS EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN.**
- 21 - 38 Lugo Zunilde, Perichi Guillermo, Salas José, Urbina Francy, Boscán Katherina, Rojas Katty, Holmquist Otón, Torres José.  
**NEMATODOS FITOPARASÍTICOS ASOCIADOS CON EL CULTIVO DE PAPA EN EL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.**
- 39 - 73 Durán Eddy, Cáceres Gladys.  
**LA ECONOMÍA DE CONTRATOS: UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR LAS FALLAS DEL MERCADO, EL CASO DE INDUSTRIAS KELLY'S.**
- 74 - 92 Domínguez Ilka, Alvarado Carmen, Briceño Eva, Briceño Franyeli  
**IMPACTO DEL INSECTICIDA ABAMECTINA Y EL ROL DEL ÁCIDO FÓLICO EN LOS PARÁMETROS ESPERMÁTICOS EN RATAS BIOU: SPRAGUE-DAWLEY®**

#### NOTAS TÉCNICAS

- 93 - 105 Rojas Katty, Bracamonte Lilian, Díaz Jimmy, Castillo Daniel, Contreras Carlos, Holmquist Otón.  
**TUBETES: SOLUCIÓN PARA PROBLEMAS PATOLÓGICOS EN VIVEROS Y PLANTACIONES DE CAFÉ.**
- 106 - 113 Dugarte Simón.  
**EFFECTOS DE LAS ENFERMEDADES FORESTALES EN LA INDUSTRIA MADERERA VENEZOLANA.**