

CIENCIA PARA EL CAMPO Y PRODUCCIÓN AGROSOSTENIBLE

Investigaciones Realizadas en la Granja
Experimental CORHUILA (Rivera- Huila)



CORHUILA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA
Vigilada Mineducación

CIENCIA PARA EL CAMPO Y PRODUCCIÓN AGROSOSTENIBLE

Investigaciones Realizadas en la Granja Experimental CORHUILA (Rivera- Huila)

Sergio Falla Tapias
Magda Lorena Arias Villarreal
Carolina Castro Ramírez
Nataly Bacca Rueda
Eduardo Castillo Losada
Hans Roman Osorio
Juan Antonio Castillo

Frederich Díaz Rodríguez
Sandra Patricia Barreto
Yenny Paola Picón Bonilla
Mateo Machado Gómez
Cristian Rodríguez Culma
Paula Andrea Cárdenas Villarraga

Facultad De Medicina Veterinaria Y Ciencias Afines
Programa De Medicina Veterinaria Y Zootecnia
Grupo De Investigación KYRON
Corporación Universitaria Del Huila CORHUILA
2021



CIENCIA PARA EL CAMPO Y PRODUCCIÓN AGROSOSTENIBLE

INVESTIGACIONES REALIZADAS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL CORHUILA
(RIVERA- HUILA)

© De los autores

© Editorial Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA), 2021

ISBN: 978-628-96056-9-3

Año de asignación ISBN: 2024

Primera edición: Neiva, Colombia, Noviembre 2021

Coordinador editorial: Marcos Fabián Herrera

Editor científico: Sergio Falla Tapias

Facultad: Medicina Veterinaria Y Ciencias Afines

Oficina: Comunicaciones e Imagen Corporativa

Diagramación y diseño carátula: Dany Rodrigo Granada Puentes

Editorial Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA)

Calle 21 N° 6 - 01 Barrio Quirinal

Neiva - Huila – Colombia

Teléfono (8) 8754220

Hecho en Colombia

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

CONTENIDO

CAPITULO 1. Caracterización de la comunidad Fitoplanctónica de la laguna de la Granja Experimental de Rivera de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA	5
CAPITULO 2. Efectividad del extracto del árbol Neem (<i>Azadirachta indica</i>) para control de <i>Spodoptera frugiperda</i> Y <i>Dalbulus maidis</i> en híbridos de Maíz Forrajero	27
CAPITULO 3. Identificación fotográfica de las especies forrajeras encontradas en la Granja Experimental de Rivera – CORHUILA	70

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA DE LA LAGUNA DE LA FINCA DE RIVERA (HUILA) DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA – CORHUILA

CHARACTERIZATION OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY OF THE LAGOON OF THE FINCA DE RIVERA (HUILA) OF LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA – CORHUILA

MAGDA LORENA ARIAS VILLARREAL

Médica Veterinaria y Zootecnista
Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.
Grupo de Investigación Kyron
Facultad de medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

CAROLINA CASTRO RAMÍREZ

Médica Veterinaria y Zootecnista
Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.
Grupo de Investigación Kyron
Facultad de medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

NATALY BACCA RUEDA

Médica Veterinaria y Zootecnista
Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.
Grupo de Investigación Kyron
Facultad de medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

EDUARDO CASTILLO LOSADA

Médico Veterinario y Zootecnista
MSc Acuicultura
Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.
Grupo de Investigación Kyron
Docente y Decano Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

RESUMEN

Con el propósito de determinar los diferentes tipos de microalgas en la producción primaria y la biomasa del fitoplancton de la comunidad de la laguna de la finca experimental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, ubicada en el municipio de Rivera (Huila), se realizaron pruebas de análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton y determinación de la biomasa a partir de mediciones de clorofila a. La metodología para la caracterización del fitoplancton y la determinación de clorofila a, consistió en tomar muestras de agua, cada quince días y durante dos meses, de la parte central de la laguna. Estas fueron filtradas en malla de arrastre y fijadas para su posterior estudio en laboratorio.

Para la determinación de clorofila a, las muestras fueron tomadas sin pasar por la malla de arrastre. El estudio cualitativo y cuantitativo del fitoplancton logró la identificación de 34 especies de microalgas en aguas lenticas. Con variaciones en el tiempo en su diversidad y abundancia, las microalgas del orden *chroococcales* y *sphaerocysti*, fueron las prevalentes.

PALABRAS CLAVES: aguas lenticas, clorofila a, *chroococcales*, fitoplancton, *sphaerocystis*.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton, componente vegetal del plancton, presenta como rasgo característico fluctuaciones y abundancias regulares de las diferentes especies que lo puedan componer. A partir de una revisión a la concentración de nutrientes del ecosistema acuático, las características fisicoquímicas del agua y las condiciones climáticas en que son analizadas, se determina la caracterización de estos organismos. La laguna de la estación experimental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, ubicada en el municipio de Rivera (Huila), aparte de funcionar como reservorio de agua para el periodo de sequía, también sirve como cuerpo de agua para el cultivo de peces, específicamente de tilapia roja (*Oreochromis sp*), con finalidad académica.

Esta práctica de cultivo se desarrolla en sistema de jaulas flotantes y en sistema cerrado (acuarios). Durante el momento de larvicultura y alevinaje, es condición esencial contar con una productividad primaria elevada con el único fin de complementar nutricionalmente la alimentación de los peces cultivados, toda vez que el fitoplancton es el primer eslabón en las cadenas tróficas de aguas continentales y marinas, y a su vez, se constituye como un indicador del nivel productivo del cuerpo de agua.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de fitoplancton de agua dulce como principal fuente de alimento para las larvas y alevinos de peces se hace necesaria en cualquier sistema de producción de especies ícticas debido a que por ser el primer alimento exógeno natural que consumen las larvas días después de su eclosión y absorción del saco vitelino, obliga a los productores piscícolas, especialmente a los productores de semilla, a contar con una producción constante y controlada de estas microalgas. Todo esto con el fin de asegurar un buen desarrollo durante las primeras etapas de vida de la especie cultivada, fase denominada larvicultura. Por lo general, en el sistema de producción del Colombia se hace en estanques en tierra.

No obstante, muy pocas empresas de producción de peces en el departamento del Huila conocen el fitoplancton existente en sus cuerpos de agua, y aún más, no cuentan con un laboratorio de producción de alimento vivo, por lo que, como única alternativa para suplir dicho requerimiento nutricional propio de larvas y alevinos, es la obtención de los estanques de tierra. En ocasiones, y a pesar de la preparación previa de los estanques en tierra, las microalgas no abundan debido a que los cuerpos de agua no cuentan con las características necesarias para su multiplicación.

En el ecosistema acuático, más comúnmente en la zona pelágica, existe un grupo ecológico bien diferenciado, llamado el plancton. Este está representado por todos los organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo y que, por su débil capacidad de natación, no pueden superar los movimientos de las corrientes, siendo así transportados pasivamente por las corrientes. A este plancton hacen parte dos grupos principales, el zooplancton y el fitoplancton. Este último, tiene la facultad de sintetizar su propio alimento o ser de característica autótrofa, al igual que la mayoría de las plantas, las cuales fijan el carbono por medio del proceso fotosíntesis, a partir del agua, gas carbónico y energía luminosa. El fitoplancton posee gran importancia en los cuerpos acuáticos, toda vez que la productividad primaria tanto de aguas continentales o costeras se debe al fitoplancton; esta productividad primaria es la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema acuático y está constituido principalmente por algas unicelulares microscópicas.

Por lo anterior, esta investigación permitirá conocer la abundancia y diversidad de la comunidad fitoplanctónica de la laguna de la Estación Experimental de la

Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, ubicada en el municipio de Rivera (Huila). Es importante destacar que este cuerpo acuático provee hábitat a los peces cultivados en jaulas flotantes, al tiempo que sirve como espacio académico en el área de producción piscícola. Todo esto hace necesaria su caracterización cualitativa y cuantitativa con miras al establecimiento de un laboratorio de producción de fitoplancton que sirva como referente local, departamental y nacional. La creación de este centro contribuirá a la producción de estos organismos unicelulares fotosintéticos, y a los piscicultores productores de semilla de la región que requieren de forma consuetudinaria este alimento para la manutención de los animales en sus primeras etapas de vida.

Finalmente, y no menos importante, la ejecución de este proyecto de investigación en la corporación, favorecerá la creación de un espacio académico e investigativo para los estudiantes. En este ambiente formativo profundizarán y practicarán los temas vistos en la asignatura de acuicultura y producción piscícola; de igual forma, se logrará la apropiación del laboratorio de producción de alimento vivo mediante el desarrollo de actividades como lo es la identificación, selección y producción bajo condiciones de laboratorio y a gran escala de microalgas propias de otros cuerpos de agua.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la comunidad fitoplanctónica de la laguna de la Estación Experimental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA ubicada en el municipio de Rivera (Huila).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar cualitativa y cuantitativamente el fitoplancton existente en la laguna.
- Evaluar la biomasa de fitoplancton existente en la laguna a partir de la determinación de clorofila a.
- Cultivar bajo condiciones de laboratorio la especie de fitoplancton de mayor abundancia.

MARCO TEÓRICO

El plancton son organismos tanto vegetales como animales que viven suspendidos en el agua ya sea marina o dulce. Presentan tamaño microscópico y con poca capacidad de locomoción por lo tanto necesitan de corrientes de agua para su movilización. Se clasifican de dos formas: una es por su alimentación (fitoplancton, zooplancton y bacterioplancton), y otra por su calidad de vida (holoplancton y meroplancton) (Lelyen, 2005). Estos microorganismos son de gran importancia en los medios acuáticos por su participación en la cadena alimentaria de otras especies que habitan en el agua (Morales, 2012), además sirven como indicadores de contaminación en los ecosistemas acuáticos por sus cortos ciclos de vida (Sompac, 2000).

La familia del fitoplancton es un conjunto de microorganismos fotosintetizadores que se encuentran suspendidos en la zona fótica de la columna de agua; esta familia la conforman especies heterotróficas por periodos cortos como los dinoflagelados y euglenoideos (Martínez y col, 2014). Estas especies se clasifican por sus diferentes tamaños como picoplancton (0.2-2 μm), nanoplancton (2-20 μm), microplancton (20-200 μm) y mesoplancton (200-2000 μm). Las diferencias de tamaño permiten la adaptación de las células para permanecer en la zona fótica de la columna de agua.

En aguas continentales el fitoplancton se desarrolla en ambientes lenticos, escogiendo por preferencia las aguas estancadas como lagos, lagunas y embalses, pero también las encontramos en lugares loticos de agua corriente unidireccional como los manantiales, ríos, arroyos y cascadas. Las condiciones ambientales de estos lugares varían por su tamaño, profundidad, temperatura, luz, transparencia, oxígeno, nutrientes, pH y salinidad. Además, el fitoplancton juega un papel importante en los medios acuáticos, ya que se caracteriza por sus diversas funciones. Son los productores primarios para la alimentación de organismos acuáticos, también son los encargados de fijar el CO₂ atmosférico a través de la fotosíntesis permitiendo que el carbono pase a ser parte de la cadena alimentaria, y por tanto, fuente de energía; gracias a este proceso la cadena trófica va enriqueciéndose, pues el fitoplancton es consumido por el zooplancton y a su vez puede ser consumido por determinados organismos acuáticos (Ciencia y Biología, 2014).

Por otro lado, el fitoplancton es el que permite la presencia de oxígeno en el medio acuático como resultado de su capacidad fotosintética. La única desventaja que se conoce es que estos microorganismos son capaces de desarrollarse de manera abundante cuando las condiciones son inmejorables; un ejemplo de esta es cuando la temperatura es muy favorable ocasionando en el lugar un exceso de alimento. Este exceso es capaz de provocar un agotamiento de oxígeno en el que las especies que se hallan en el medio pueden morir a raíz de la falta de oxígeno. El fitoplancton es dependiente a los cambios de medio ambiente, su variedad, abundancia y distribución puede variar según el ecosistema. Estos ecosistemas pueden ser abióticos donde se da una disponibilidad de nutrientes, oscilación en las corrientes de agua y condiciones climáticas; y bióticos donde se ve da el crecimiento controlado de algas y pérdida de biomasa (Acosta, 2012).

Los grupos fitoplanctónicos que más se destacan son los *Cyanophyceae* que contienen *C-phycoyanina* y *C-phycoerytrina*; los *Dyniphyceae* (dinoflagelados), *Bacillariophyceae* (diatomeas), y *Crysophyceae*, estos últimos se caracterizan por presentar carotenoides que son pigmentos que se encuentran en las algas, hongos y bacterias. También existen otra clase representativa como lo son los *Euglenophyceae* y *Chlorophyceae* que tienen como característica principal la presencia de Clorofila-b (Acosta, 2012).

En cuanto a la nutrición el fitoplancton necesita de una gran variedad de nutrientes, algunos como el H, O y S se encuentran relativamente abundantes todos los cuerpos de agua (Reynolds, 2006), y hay otros como en Ca, N, P que necesitan de agentes externos como la fertilización. Los tipos de fertilizantes que más se usan son los orgánicos como el estiércol de vaca seco; los inorgánicos como el superfosfato triple y urea; y los mixtos y combinados con el estiércol de vaca seco más el superfosfato triple y urea, con el propósito de que haya una eficiente producción primaria para la alimentación de los organismos que habitan en el medio acuático (Quiroz y col, 1991).

METODOLOGÍA

- **Tipo de estudio:**

El estudio es de tipo básico y aplicado.

- **Diseño de la investigación:**

De tipo no experimental, cualitativo y cuantitativo.

- **Ubicación del área de estudio:**

La laguna donde se desarrolló el estudio se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del campus experimental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA en el municipio de Rivera (Huila), a una distancia aproximada de 20 km de la ciudad de Neiva. Cuenta con una altitud de 700m.s.n.m, temperatura ambiental entre 25 – 28°C y precipitación anual promedio de 1.200 – 1.300mm.

- **Determinación de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua:**

Se tomaron análisis de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua tales como transparencia (cm) mediante utilización de disco de Secchi (in situ); entre tanto, el oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidad), temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y sólidos disueltos totales (mg/L) fueron medidos con sonda multiparamétrica (in situ). Para la medición de amonio total (mg/L), nitritos (mg/L), nitratos (mg/L) y alcalinidad (mg/L), se utilizó el fotómetro Spectroquant Nova 60 (in situ). La totalidad de parámetros anteriormente mencionados fueron tomados en horas de la mañana (10:00 h) una vez cada quince días durante dos meses.

- **Análisis cuantitativo y cualitativo del fitoplancton:**

El estudio cuantitativo y cualitativo se desarrolló en el laboratorio de limnología del programa de Ingeniería Ambiental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA. Los muestreos se realizaron cada quince días y durante dos meses con el fin de determinar la constancia de las microalgas en el tiempo. Estos fueron realizados en horas de la mañana al mismo tiempo en que fueron tomados los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua. Para la colecta del agua se utilizó un balde con capacidad de 12 L, el cual fue sumergido a la profundidad que marcó el disco de Secchi para cada muestreo filtrando 102 L totales con red de plancton de 30 μm de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas empleando solución transeau en relación 1:1. Al finalizar cada muestreo, la totalidad de muestras colectadas fueron

almacenadas y refrigeradas dentro de una cava de icopor para protegerlas de la luz y ser enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

- **Evaluación de la biomasa de fitoplancton:**

La evaluación de la biomasa de fitoplancton se determinó mediante análisis de clorofila a. El procedimiento en cada muestreo consistió en tomar con un recipiente, a la profundidad del disco de Secchi, una muestra de 60 mL los cuales fueron filtrados en el equipo de filtración. El papel filtro utilizado para este procedimiento se retiró del equipo y se llevó al mortero para ser debidamente triturado, previa adición de 5 mL de acetona sobre el mismo; luego de triturado se agregaron 5 mL más de solución acetona hasta completar 10 mL de muestra total. Cada muestra procesada fue llevada a un tubo de ensayo tapa rosca debidamente forrado en aluminio y rotulado, donde finalmente se refrigeró en una cava de icopor hasta su respectivo análisis en laboratorio; para cada muestreo se tomó la muestra por triplicado.

En laboratorio, se tomó la muestra de agua previamente procesada in situ se depositó en un tubo de ensayo convencional. Se insertaron los tubos de ensayo en la centrífuga y se procedió a centrifugar la muestra a 4.000 rpm durante 10 minutos. Posterior a esto, se tomó la muestra necesaria para realizar el análisis en el espectrofotómetro utilizando una longitud de onda de 663 nm – 750 nm.

- **Cultivo de microalgas bajo condiciones de laboratorio:**

Para el cultivo de la microalga de mayor abundancia se utilizó el medio sólido (agar agar) y medio líquido (Guillard F/2). Inicialmente, se preparó el agar agar adicionando 1g del reactivo (agar agar) en 100 mL de medio de cultivo, el cual se dispuso en rejilla de calentamiento y se esperó hasta que alcanzara punto de ebullición y el reactivo se disolviera completamente. Una vez logrado esto, aproximadamente 25 mL del compuesto (agar agar) ya preparado se vertió en una caja de Petri donde se esperó a que solidifique para poder realizar la siembra de la microalga. Posteriormente, se tomó una muestra de fitoplancton por medio de un asa metálica, previo flameo de esta con un mechero de alcohol, y se hizo la siembra en forma de zigzag en el medio ya solidificado; las cajas de Petri fueron selladas con papel parafilm para evitar contaminaciones. Finalmente, éstas se colocaron en el laboratorio con una temperatura promedio entre 18 – 22°C donde recibieron luz permanente.

Para realizar el aislamiento de las microalgas sembradas en las cajas de Petri, se realizó cultivo en medio líquido o medio Guillard F/2. Para ello, se tomaron 10 mL del medio de cultivo y se agregaron en nueve tubos de ensayo con tapa rosca; al tubo número diez se le adicionaron 9 mL del medio de cultivo. Posteriormente, se tomó por medio de un asa metálica una muestra de la caja Petri donde hubo crecimiento de las microalgas y se agregó al tubo número uno. Seguidamente, de este tubo número uno se tomó 1 mL de la muestra y se adicionó al tubo número dos, realizando lo mismo hasta llegar al tubo número diez, donde finalmente cada uno quedó con un volumen de 10 mL de medio más la microalga. Los tubos fueron sellados con su respectiva tapa, rotulados y colocados en una gradilla metálica. Esta gradilla finalmente fue ubicada en un lugar con luz artificial permanente y temperatura ambiente entre 18 – 22°C. Una vez las cepas hicieron replicación, se observó al microscopio para determinar el tipo de microalga, realizar el aislamiento y proceder al cultivo en recipientes de vidrio con capacidad de 4 L. Para ello, a cada recipiente se le adicionó 3 L de agua destilada más medio de cultivo a los que se les agregaron 3 mL de microalgas; así mismo, se les proporcionó oxigenación constante, luz artificial y temperatura permanente entre 18 – 22°C para su replicación.

- **Análisis de los datos:**

Los datos obtenidos fueron procesados a través de estadística descriptiva y expresada como media \pm error estándar de la media (SEM). Todos los procedimientos fueron realizados empleando programa estadístico Prism GraphPad.

RESULTADOS

- Determinación de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua:**

Tabla 1. Registro de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua en los cuatro muestreos realizados en la laguna en estudio.

No. MUESTREO	TRANSPARENCIA (cm)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	pH	TEMPERATURA (°C)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μ S/cm)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES - TDS (mg/L)	AMONIO TOTAL (mg/L)	NITRITO (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	ALCALINIDAD (mg/L)
1	4 0	8,18	7,28	28 ,4	166,9	74 ,1	0,29	0, 04	<1,0	123,12
2	5 5	5,7	6,9	28 ,5	170,4	75 ,5	0,41	0, 02	<1,0	213,21
3	5 5	3,6	6,8	27 ,8	169,7	76 ,1	0,26	0, 03	<1,0	213,21
4	6 5	4,11	6,8	27 ,9	164,2	75 ,8	0,11	0, 03	<1,0	137,13

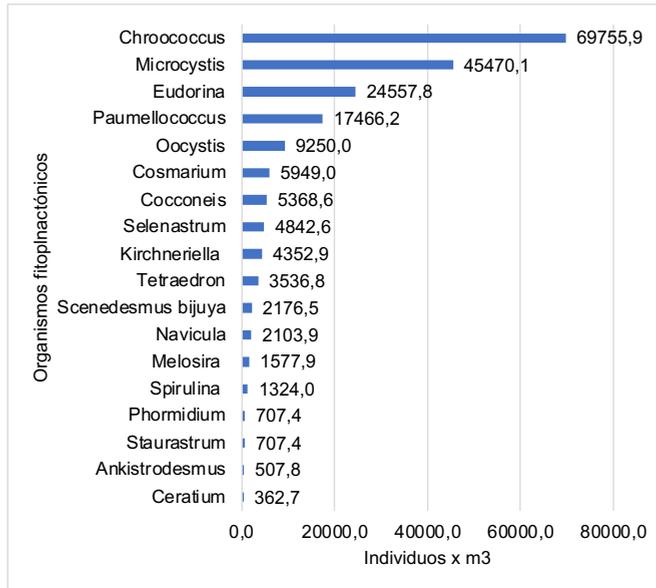


Figura 1. Representación gráfica de organismos fitoplanctónicos identificados en el primer muestreo de la laguna en estudio.

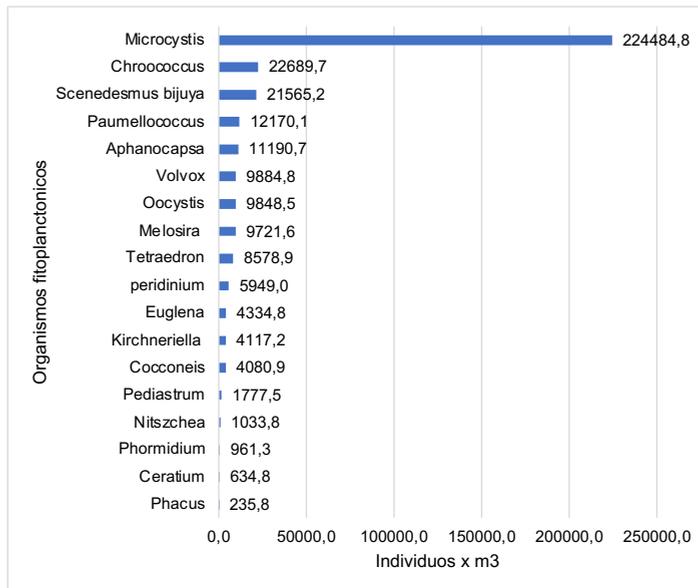


Figura 2. Representación gráfica de organismos fitoplanctónicos identificados en el segundo muestreo de la laguna en estudio.

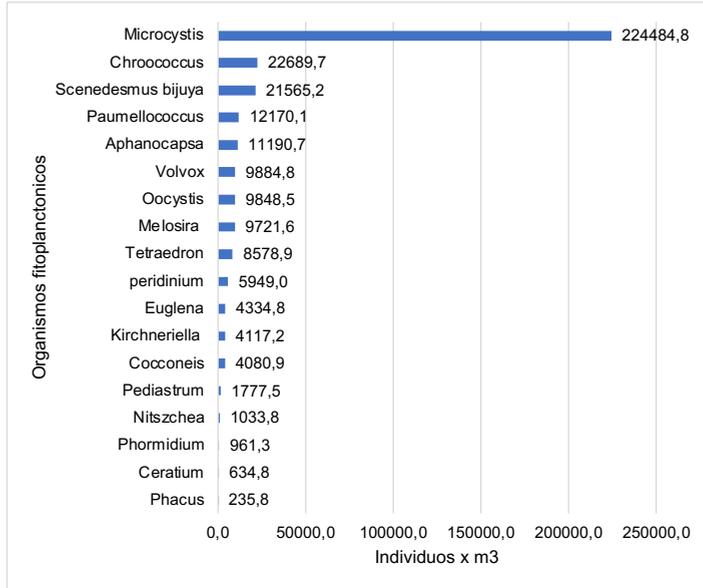


Figura 3. Representación gráfica de organismos fitoplanctónicos identificados en el tercer muestreo de la laguna en estudio.

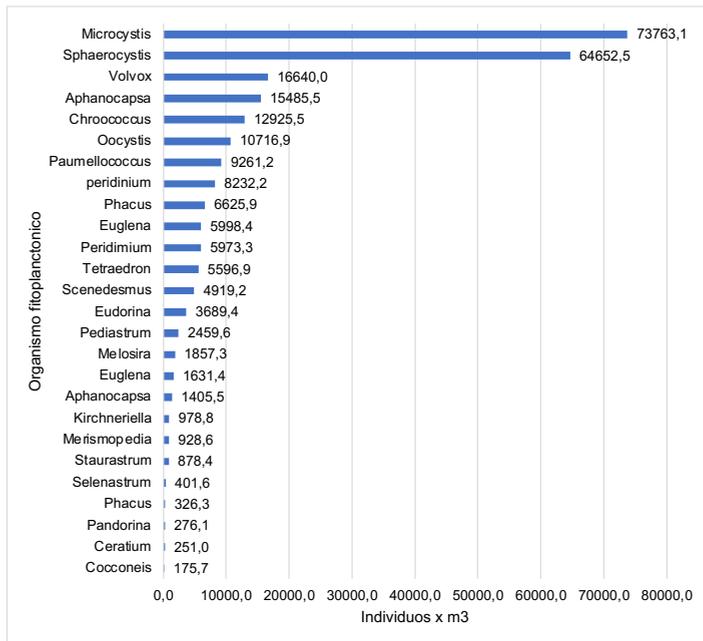


Figura 4. Representación gráfica de organismos fitoplanctónicos identificados en el cuarto muestreo de la laguna en estudio.

Tabla 2. Valores de clorofila a durante los cuatro muestreos realizados en la laguna en estudio.

MUESTREO N°	Clorofila a (μ .g.L-1)
1	0.130149813
2	0.147003745
3	0.118601748
4	0.129837703

DISCUSIÓN

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua tomados durante los cuatro muestreos realizados en la laguna de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, demuestra que parámetros como el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales, el amonio, nitritos, nitratos y alcalinidad se mantuvieron dentro de los rangos normales, mientras que el oxígeno disuelto (mg/L) y la transparencia (cm) variaron considerablemente. Lo anterior, posiblemente se presentó a que los muestreos coincidieron con épocas de lluvias lo cual iba a generar presencia de material suspendido en el agua y baja densidad lumínica, dificultando la presencia de fotosíntesis y por ende la producción de oxígeno en el cuerpo acuático.

El análisis cualitativo y cuantitativo realizado para determinar la presencia de las microalgas existentes en la laguna en estudio, muestra que las algas de mayor prevalencia fueron *Microcystis* y *Sphaerocystis*, pertenecientes a la clase *Cyanophyceae* y *Chlorophyceae*, respectivamente, siendo la de mayor abundancia la *Microcystis*, especie que se caracteriza por ser una microalga nociva para las diferentes especies que habitan en cuerpos de aguas continentales o por la ingesta directa de la misma (Namikoshi et al, 2003). Las toxinas (cianotoxinas) pertenecientes a las *Cyanophyceae*, son metabolitos secundarios producidos en el interior de las células y liberados al agua al producirse la destrucción de la pared celular, ocasionando efectos nocivos sobre otras células, tejidos u organismos (Zalocar de Domitrovic y Forastier, 2005). Estas toxinas se clasifican de dos formas: las neurotoxinas (alcaloides), encargadas de bloquear la transmisión neuromuscular provocando la

muerte por parálisis de los músculos respiratorios (Chorus y Bartram, 1999); y las hepatotoxinas (péptidos cíclicos), causantes de la necrosis de los hepatocitos las cuales en bajas concentraciones y con presencia durante mucho tiempo ocasionan la formación de tumores hepáticos (Zalocar de Domitrovic y Forastier, 2005). Según y como lo afirma Zalocar de Domitrovic y Forastier (2005), las especies productoras de hepatotoxinas tienen representantes en los géneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Hapalosiphon*, *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, *Gloeotrichia*, *Lyngbya*, *Tolypothrix* y *Anabaenopsis*; entre tanto, las especies productoras de neurotoxinas son producidas por especies y cepas de *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Raphidiopsis* y *Trichodesmium*. La propagación de dichas especies se da, generalmente, bajo condiciones ambientales específicas tales como altas temperaturas (entre 15 y 30°C), pH entre 6 y 9 (o más elevado), moderada a elevada concentración de nutrientes, viento moderado o ausente; también baja turbulencia y velocidad del agua, insolación alta y morfometría favorable del cuerpo de agua (Reynolds y Walsby, 1975; Reynolds, 1984); estas condiciones ambientales coinciden con el cuerpo de agua donde se llevó a cabo la investigación.

Durante los cuatro muestreos realizados en la laguna del estudio se identificaron nueve géneros de microalgas de cianobacterias correspondientes a la clase Cyanophyceae (*Chroococcus*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Aphanocapsa*, *Merismopedia*, *Spirulina* y *Nostoc*), nueve géneros de la clase Chlorophyceae (*Sphaerocystis*, *Eudorina*, *Scenedesmus*, *Volvox*, *Pandorina*, *Tetraedron*, *Kirchneriella*, *Selenastrum* y *Pediastrum*), dos géneros de la clase Conjugatophyceae (Zygnemmatophyceae) (*Cosmarium* y *Staurastrum*), un género de la clase Trebouxiophyceae (*Oocystis*), dos géneros de la clase Dinophyceae (*Peridinium* y *Ceratium*), tres géneros de la clase Euglenophyceae (*Phacus*, *Euglena* y *Trachelomonas*), tres géneros de la clase Bacillariophyceae (*Cocconeis*, *Nitzschia* y *Navicula*), un género de la clase Coscinodiscophyceae (*Melosira*), un género de la clase Mediophyceae (*Cyclotella*). Lo anterior demuestra que las microalgas de mayor incidencia son las pertenecientes a la clase Cyanophyceae, como la *Microcystis*, y las de la clase de Chlorophyceae, como la *Sphaerocystis*.

CONCLUSIONES

El estudio cualitativo y cuantitativo realizado para la caracterización del fitoplancton existente en la laguna arroja como resultado la presencia de 34 especies de microalgas dulceacuícolas, variando en el tiempo en cuanto a su diversidad y abundancia. Es así, que en el primer muestreo se identificaron 24 especies, en el segundo 18 especies, para el caso del tercer muestreo el número de especies registradas fue de 20 y en el cuarto muestreo el total fue de 21 microalgas.

La caracterización del fitoplancton arrojó como resultado que las dos microalgas de mayor prevalencia son *Microcystis* y *Chroococcus*, pertenecientes a la clase *Cyanophyceae*, del orden *Chlorococcales* y familia *Chroococcaceae*. Para el caso de *Microcystis*, este organismo es conocido por producir neurotoxinas y hepatotoxinas, tales como microcistina y cianopeptolina, las cuales pueden generar síntomas de intoxicación en animales. Entre tanto, en el muestro número cuatro, la segunda alga más abundante fue la *Sphaerocystis*, perteneciente a las clorofíceas (algas verdes).

ANEXOS



Anexo 1. Medición de turbidez del agua mediante disco de Secchi.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 3. Medición de parámetros químicos mediante fotómetro Spectroquant Nova 60.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 2. Fijación de muestra para análisis cualitativo y cuantitativo de microalgas.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 4. Determinación de clorofila a mediante espectrofotómetro.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 5. Filtración de muestra de agua para análisis de clorofila a.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 7. Siembra de microalgas en laboratorio de alimento vivo.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 6. Trituración de papel filtro para la medición de clorofila a.

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



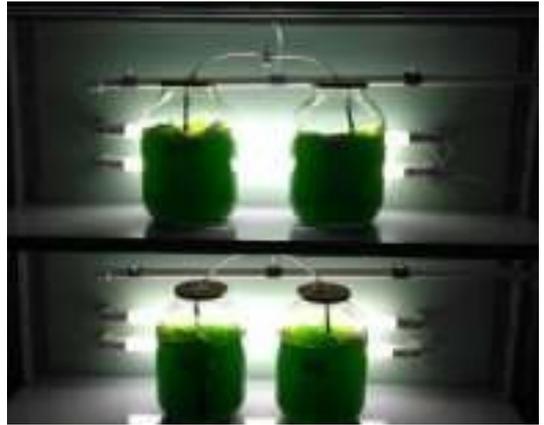
Anexo 8. Microalgas cultivadas bajo condiciones de laboratorio (día 0).

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 9. Microalgas cultivadas bajo condiciones de laboratorio (día 8).

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.



Anexo 10. Microalgas cultivadas bajo condiciones de laboratorio (día 15).

Fuente: Semillero de investigación BIO-AQUASEARCH.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Escorcía, E. T. 2012. Caracterización espacial y temporal de la estructura de la comunidad de fitoplancton y su correlación con algunas variables ambientales locales en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Bucaramanga, Colombia.
- Ciencia y Biología. 19 de Marzo de 2014. Recuperado el 6 de Abril de 2016, de Ciencia y Biología: <http://cienciaybiologia.com/fitoplancton/>
- Chorus, I. y Bartram, J. (eds.) 1999. Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. WHO. E & FN Spon, London, 416 p.
- Lelyen, R. 2005. Batanga. Recuperado el 06 de Abril de 2016, de <http://www.batanga.com/curiosidades/3718/el-plancton-y-su-importancia-para-los-sistemas-ecologicos>
- Martínez, M. G., Godínez Ortega, J. L., Zúñiga Ramos, C. A. 2014. Biodiversidad del Fitoplancton de aguas continentales en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 54-61.
- Morales, A. 2012. Revista Nova. Recuperado el 6 de Abril de 2016, de http://www.revistanova.org/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=73
- Namikoshi, M., Murakami, T., Watanabe, M.F., Oda, T., Yamada, J., Tsu Nagai, H. y Oishi, S. 2003. Simultaneous production of homoanatoxin-a, anatoxin-a, an non-toxic 4-hydroxyhomoanatoxin-a by the cyanobacterium Raphidiopsis mediterranea Skuja. Toxicon 42 (5): 533-538.
- Quiroz Castelon, H., Molina Astudillo, F. I., Ortega Salas, A. A. 1991. Abundancia y diversidad de fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. Ciencia y Mar, 3-14.
- Reynolds, C. S., Walsby, A. E. 1975. Water-blooms. Biological Reviews, 50, 437- 481.
- Reynolds, C. S. 1984. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge Studies in Ecology, ISSN 0957-0764. Cambridge University Press, 384 pages.

- Reynolds, C. S. 2006. Ecology of Phytoplankton. Ecology, biodiversity and conservation. Cambridge. Centre for Ecology and Hydrology, Lancaster. ISBN: 9780521605199.
- Sompac. 2000. Recuperado el 6 de abril de 2016, de Sociedad Mexicana de Planctología.
- Zalocar de Domitrovic, Y., Forastier, M. E. 2005. Cyanophyceae (Cyanobacteria) del nordeste argentino: distribución y diversidad. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: B-038.

EFFECTIVIDAD DEL EXTRACTO DEL ÁRBOL DEL NEEM (*Azadirachta indica*) PARA CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* Y *Dalbulus maidis* EN HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO

EFFECTIVENESS OF NEEM TREE EXTRACT (*Azadirachta indica*) FOR CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* AND *Dalbulus maidis* IN FORAGE CORN HYBRIDS

HANS ROMAN OSORIO

Médico Veterinario Zootecnista
Semillero de Investigación SIFPA
Grupo De Investigación Kyron
Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

JUAN ANTONIO CASTILLO

Médico Veterinario Zootecnista
Semillero de Investigación SIFPA
Grupo De Investigación Kyron
Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

FREDERICH DÍAZ RODRÍGUEZ

Médico Veterinario Zootecnista
MSc Nutrición y producción animal
PhD Nutrición y producción animal
Semillero de Investigación SIFPA
Grupo De Investigación Kyron
Docente Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

SANDRA PATRICIA BARRETO

Estadística
MSc en Ciencias estadísticas
Docente ECBTI
Universidad Nacional a Distancia UNAD

YENNY PAOLA PICÓN BONILLA

Médico Veterinario Zootecnista
Semillero de Investigación
Grupo De Investigación Kyron
Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*), es uno de los cereales más antiguos que se conocen y es la gramínea más cultivada para la producción de alimento tanto para humanos como animales. Dado que es un cultivo de gran demanda, se hace necesario el uso de grandes cantidades de insecticidas químicos para el control de las plagas que lo afectan. Por esta razón, es constante la búsqueda de alternativas biológicas que permita cosechas más limpias y amigables con el medio ambiente.

Esta investigación fue direccionada para comparar la eficiencia de un insecticida bio-ecológico y un insecticida químico. El insecticida químico comercial usado en esta investigación posee como principio activo un carbamato, mientras que el insecticida bio-ecológico contenía 20% de extracto del árbol del neem (*Azadirachta indica*). Estos controladores de plagas se aplicaron en dos híbridos de maíz transgénico, ambos modificados genéticamente para resistir el herbicida de amplio espectro Round Up® pero solo uno modificado para ser resistente al ataque de larvas de lepidópteros que se alimentan de las hojas, tallos y raíces de esta planta. El área usada para hacer este trabajo fue preparada y dividida en ocho parcelas, cada una de aproximadamente 33,6 m de ancho x 46 metros de largo, siendo implementado en cada una de ellas sistema de riego por goteo. En la siembra, la distancia entre plantas fue de 20 cm y entre surco de 70 cm.

Se organizaron dos bloques formados cada uno por cuatro parcelas en las cuales se distribuyeron los cuatro tratamientos evaluados: T1 (control biológico en el híbrido Status), T2 (control biológico en el híbrido DK 7088 RR2), T3 (control químico en el híbrido Status) y T4 control (químico en el híbrido DK 7088 RR2). El insecticida a base de extracto del árbol de neem fue más efectivo para controlar el ataque de *Spodoptera frugiperda*. No obstante, mostró ser menos eficiente también para evitar los daños ocasionados por *Dalbulus maidis*. A pesar de que el extracto vegetal evaluado no demostró ser 100% efectivo para el control de las plagas estudiadas, sugerimos seguir explorando esta alternativa en estudios que busquen disminuir o sustituir los agrotóxicos convencionales.

PALABRAS CLAVES: escala daños, híbrido, insecticida químico, maíz, neem.

INTRODUCCIÓN

La agricultura en Colombia es el sector más importante y esencial para la seguridad alimentaria del país, por lo tanto se deben implementar tecnologías y manejos donde se pueda ver reflejado la optimización de los procesos en los cultivos, ya que la mayoría de productores no cuentan con un asesoramiento adecuado y tecnificado que les permita suplir esta carencia de conocimiento a la hora de sembrar algún producto en especial, por lo tanto, se debe tener en cuenta por ejemplo qué tipos de plagas podrían afectar su cultivo, cuál semilla sería la ideal para su siembra y qué labores culturales se podría implementar para tener un máximo rendimiento.

El maíz (*Zea mays*) es un producto fundamental para la humanidad, ya que es la base para suplir las necesidades energéticas y proteicas, así también para la alimentación animal es un pilar clave ya que es usado como material para la fabricación de concentrado y para la elaboración de ensilaje, por lo tanto, se debe optar por un tipo de semilla de maíz donde se pueda alcanzar una mayor productividad por hectárea, calidad forrajera y que sea resistente a plagas Florez (2010). Los híbridos de maíz cuentan con unas características específicas ya que cuentan con una configuración genética que les permite adaptarse a los cambios climáticos y enfermedades, encaminado a tener una buena cosecha. Es por ello que en la actualidad se están utilizando semillas no convencionales como los híbridos, con las cuales el productor puede tener acceso una alta tecnología y velar por un desarrollo del sector más efectivo (Flórez, 2010).

El mejoramiento genético no es una novedad en el mundo, ya que es un practica antigua que consiste en un proceso de selección y cruce, donde la línea de los padres al cruzarlos se producirá un híbrido, obteniendo una semilla de alto valor genético mayor que el de sus padres, esto se puede definir como vigor híbrido. Se hallan 3 tipos de híbridos 1) línea de 2 padres 2) línea de 3 padres 3) línea de 4 padres; donde la línea de 2 padres es donde se encuentra la máxima expresión del vigor híbrido (CIMMYT, 2019).

Según la FAO se ha disminuido levemente la producción de maíz a nivel mundial desde 2018, con un gran déficit de rendimiento en países como China, debido a la sustitución de este cultivo por otros más rentables desde el punto de vista de los agricultores (OECD/FAO, 2018). En el primer semestre de 2018 en Colombia fueron sembradas 133.569 hectáreas en maíz y se produjeron 510.797 toneladas de maíz amarillo de las cuales 71.481 hectáreas corresponden a maíz tecnificado con una producción de 387.082 toneladas, las 62.088 hectáreas restantes corresponden a maíz tradicional de las que se obtuvo una producción de 123.715 toneladas (FENALCE, 2020).

Para el segundo semestre se sembraron en Colombia 124.613 hectáreas de maíz amarillo con una producción de 380.791 toneladas, del total de las hectáreas sembradas 70.602 hectáreas son de maíz tecnificado que produjeron 286.907 toneladas, las 54.011 hectáreas restantes son de maíz tradicional con una producción de 93 884 toneladas. (FENALCE, 2020). En el Huila se sembraron 12 890 hectáreas de maíz amarillo y se produjeron 37.673 toneladas en el primer semestre de 2018 y en el segundo semestre se sembraron 12.750 hectáreas con 34.658 toneladas producidas. (FENALCE, 2020).

Una de las limitantes en la producción del cultivo de maíz son las plagas, lo cual provocan un daño en el desarrollo y en la productividad de la planta, uno de los protagonistas principales en estos daños son el gusano cogollero o *Spodoptera frugiperda* y el *Dalbulus maidis*. Avilés (2019) Para el control de estos insectos plagas se emplean en el mundo insecticidas químicos con un uso irracional, lo que conlleva a ciertas problemáticas como son la resistencia a estos productos por parte de los insectos plaga, la contaminación de fuentes hídricas, eliminación de microorganismos benéficos y la contaminación del cultivo provocando una toxicidad en el consumo humano y animal (Negrete & Morales, 2003). Una alternativa es la implementación de controles biológicos como microorganismos y extractos vegetales para contrarrestar el ataque de estos insectos plaga, que pueden ser efectivos, económicos y contribuyen a la preservación del medio ambiente (Negrete & Morales, 2003). El objetivo de esta investigación es evaluar la efectividad del extracto del árbol del neem (*Azadirachta indica*) para control de *Spodoptera frugiperda* y *Dalbulus maidis* en híbridos de maíz forrajero para hacer una comparación donde podamos observar su funcionamiento y efectividad al lado de los insecticidas químicos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El maíz es considerado uno de los productos esenciales en la alimentación humana y animal a nivel mundial. A su vez, este cultivo se ve afectado considerablemente por insectos plagas que causan pérdidas económicas a los productores. Por este motivo, es obligado el uso de insecticidas químicos, que en no pocos casos, se emplean de una manera desmesurada, causando deterioro del medio ambiente, muerte en la planta y resistencia de los patógenos como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el *Dalbulus maidis* Negrete & Morales (2003). Por esto, es necesario plantear alternativas al sector agropecuario como el uso de extractos de plantas que poseen facultades para repeler y/o eliminar estas plagas sin afectar de forma directa o indirecta el bienestar de humanos y animales, respetando además la integridad del medio ambiente. ¿Es posible reemplazar los insecticidas químicos convencionales por nuevos productos de origen vegetal obteniendo resultados óptimos combatiendo el ataque de plagas en el cultivo de maíz?

JUSTIFICACIÓN

La FAO estimó que las pérdidas en el sector agrícola por el ataque de plagas oscilan entre un 20 % y un 40 %, variando en función de la región, temporada del año y tipo de cultivo, lo que ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores del sector agropecuario en miles de millones de dólares al año (CIMMYT, 2019).

Por lo tanto, es de mucha importancia que los productores tengan un enfoque orientado y tecnificado a la hora de elegir su semilla y que labores culturales se pueden realizar para obtener mejores beneficios en su cosecha, partiendo desde el punto que hay alternativas como el control biológico de plagas, contrarrestando problemas que ocasiona el uso indiscriminado de los insecticidas químicos como contaminación de fuentes hídricas, alteración de la inocuidad de los alimentos y eliminación de los microorganismos benéficos que encontramos en el suelo.

La creciente demanda de alimentos en el mundo es un problema al que se debe dar soluciones viables desde todos los aspectos socioeconómicos y ambientales. Es necesario intensificar el uso de los recursos existentes en la unidad productiva y en el mercado, de forma tal que se garantice la inocuidad de los productos generados. Es por esto que la presente investigación pretendió evaluar la viabilidad biológica de un insecticida a base de un extracto vegetal frente a un insecticida químico. Específicamente, se evaluaron dos híbridos de maíz transgénicos destinados a la producción de ensilaje, se examinó si es posible eliminar o reducir el uso de insecticidas químicos sustituyéndolos por extractos de origen vegetal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar efectividad del extracto del árbol del neem (*Azadirachta indica*) para control de *Spodoptera frugiperda* y *Dalbulus maidis* en híbridos de maíz forrajero en rivera, Huila.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar la efectividad de los productos usados (químico y extracto vegetal) para el control de *Spodoptera frugiperda* en híbridos de maíz forrajero.
- Determinar la efectividad de los productos usados (químico y extracto vegetal) para el control de *Dalbulus maidis* en híbridos de maíz forrajero.

ANTECEDENTES

Existen diversos estudios e investigaciones donde se utilizan controles biológicos como una alternativa eficaz contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), de cuales uno los estudios es la utilización de nematodos entomopatógenos, donde los resultados fueron aceptables en el estadio 3 del gusano cogollero, minimizando los daños ocasionados a la planta (Sánchez et al., 2019). La utilización de hongos para contrarrestar el daño por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) viene en aumento, ya que este medio de control biológico vela por un equilibrio del medio ambiente y a su vez proporciona una alternativa al uso de controles químicos Ezeta et al, (2018). La utilización de nematodos entomopatógenos como el *Metarhizium anisoplae* se ha tomado como referencia para bajar la incidencia en los daños ocasionados por la cigarrita (*Dalbulus maidis*), donde este agente detiene el desarrollo, ocasionándole la muerte a esta plaga Flores & Guillen (2017). Se ha utilizado el aceite de árbol de neem como control biológico contra plagas, ya que tiene un componente llamado Azadirachtina que posee la facultad de repeler estos insectos, pero aún no se ha llegado a la dosificación correcta, ya que se encontraron resultados poco eficaces (Gutierrez et al., 2010).

MARCO TEÓRICO

• CULTIVO DE MAÍZ

El maíz es un cereal de gran importancia a nivel mundial, que es vital en los hogares y en el sector agropecuario como también en el sector industrial como base de numerosos productos como el etanol. Es una de las especies de cereales con una alta cantidad de carbohidratos y con un alto rendimiento, estimados en proyectos experimentales de 24 toneladas por hectárea (FENALCE, 2013).

• HISTORIA DEL MAÍZ

Hace aproximadamente de 7.000 a 10.000 años el maíz ha sido parte de la historia alimentaria del mundo siendo una de los primeros cultivos empleados por los agricultores. Los primeros registros del cultivo de maíz provienen de zonas arqueológicas de México, donde se encontraron mazorcas de maíz con aproximadamente 5.000 años de antigüedad Wikes (1979). Una vez difundido en México, el grano se estableció como cultivo en la zona de Centroamérica, en zonas con climas favorables para su producción como es el caso de Colombia que cuenta con suelos y climas variados para su siembra (FENALCE, 2005).

• TAXONOMÍA

El maíz pertenece a la familia de las Poaceae (familia de las gramíneas) es una especie anual, estival, erecta y monoica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie	Mays
Nombre científico	Zea mays L

Adaptado de Cabrerizo (2006).

BOTÁNICA

- **TALLO**

Su función es conectar con las raíces, dar resistencia y estabilidad para sostener el peso de las hojas y las mazorcas, es de forma erecta, robusto, pueden alcanzar los 4 metros de altura, un tallo puede contener entre 14 y 24 hojas (Cabrerizo, 2006). El tallo está conformado de una epidermis exterior que cumple una función de protección. La medula es esponjosa y conforma la parte central del tallo Cabrerizo (2006).

- **HOJAS**

Es un órgano vegetativo de gran tamaño, de forma aplanada, se fusionan con el tallo en el punto llamado nódulo, en la hoja ocurre el proceso de la fotosíntesis (Cabrerizo, 2006).

- **RAÍCES**

Es una de las partes de la planta de maíz de suma importancia su función es de asegurar, que la planta quede fija, absorber y transportar los nutrientes que se encuentran en el suelo (Cabrerizo, 2006). Las raíces se pueden dividir en dos grupos como lo son las raíces seminales que son las raíces primarias que se van anclar al suelo y las raíces nodales que se forman por encima del suelo, están raíces se encuentran en la etapa V2, su función es de refuerzo cuando las primarias no pueden absorber la suficiente agua o nutrientes en terrenos hostiles o secos (Cabrerizo, 2006).

- **INFLORESCENCIA**

El maíz es un cultivo monoico, esto quiere decir que tiene flores masculinas y femeninas separadas dentro de la misma planta (CIBIOGEM, 2019). La flor masculina tiene una panícula (espigón) es color amarillo y se ubica en la parte superior de la planta, la flor femenina está ubicada en la parte media de la planta (CIBIOGEM, 2019).

CONDICIONES AGRONÓMICAS DEL MAÍZ

- **ADAPTACIÓN**

En el maíz se pueden encontrar diferentes variedades por lo cual comprende una amplia adaptabilidad que está entre los 0 y 2.400 msnm, en Colombia se encuentra la mayor productividad del cultivo de maíz en las zonas como el eje cafetero, la zona nororiental del valle del cauca, Tolima, y Huila (Tosne, 2019).

- **SUELO**

El maíz tiene una facultad de adaptación a diferentes tipos de suelo, esto depende de los manejos y técnicas adecuadas. Los suelos adecuados para el cultivo de maíz son los francos, bien drenados y con una alta capacidad de retención de agua. Tosne (2019). El maíz crece en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. si se está fuera de estos parámetros se puede aumentar o disminuir la presencia de ciertos macros y micro elementos, causando toxicidad o déficit (Tosne, 2019).

- **TEMPERATURA, HUMEDAD Y PRECIPITACIONES**

La temperatura ideal para la germinación del maíz se debe tener como mínima 10°, siendo la óptima entre 18° y 20°. Para el crecimiento una mínima de 18°, siendo la óptima entre 20° y 30°. Para la floración se debe tener una temperatura cercana entre los 20° y 30° (CIMMYT, 2019). La humedad se debe tener un rango entre el 50% y 80% y con unas precipitaciones entre 500mm y 700 mm por ciclo (Tosne, 2019).

ETAPAS DE DESARROLLO DEL MAÍZ

El cultivo del maíz se divide en dos fases: vegetativa y reproductiva (Tabla 2), las subdivisiones vegetativas dan comienzo cuando el coleóptilo emerge de la superficie del suelo y se señalan hasta VT que representa la última rama de la panícula. Cada etapa vegetativa se define según la última hoja desarrollada. Las etapas reproductivas se refieren al desarrollo del grano y sus partes, se inician con la floración masculina hasta la madurez fisiológica Oñate (2016).

Tabla 2. Etapas del desarrollo del maíz

Etapa Vegetativa		
Etapa	Día(s)	Características
VE	5-7	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	8-10	El collar de la primera hoja es visible
V2	11-13	El collar de la segunda hoja es visible.
Vn	48-52	En esta etapa están desarrolladas el total de hojas que fluctúa entre 16-22 hojas.
VT	55	Es evidente la última rama de la panícula.
Etapa Reproductiva		
R0	57	Floración masculina.
R1	59	Son evidentes los estigmas.
R2	71	Etapa Ampolla: Los granos son blancos y contienen un fluido claro.
R3	80	Etapa Lechosa: Los estigmas se secan, alcanzan su color final, al presionar los granos encontramos un líquido lechoso, este líquido es el resultante de la acumulación de almidón.
R4	90	Etapa Masosa: el grano adquiere una consistencia Masosa.
R5	102	Grano Dentado: la presencia de humedad se ha reducido aproximadamente a un 55%.
R6		Madurez Fisiológica: se forma una capa negra en el grano, su humedad baja aproximadamente a un 30% siendo su máximo peso.

Adaptado de (Oñate, 2016).

SISTEMAS DE SIEMBRA DEL MAÍZ

El cultivo de maíz es una planta altamente competitiva por los recursos minerales del suelo, por lo tanto, se debe de tener un manejo y distribución especial. Se debe de tener en cuenta que tipo de maíz es el adecuado para la zona y realizar las respectivas labores de siembra ya sea manual o mecánica, se deben de tomar en cuenta las distancias entre plantas y surcos para que haya una germinación uniforme (FENALCE, 2013).

- **SIEMBRA MANUAL**

La siembra manual el agricultor debe de ser cauteloso y preciso, este sistema se desarrolla en pendientes mayores al 20 %, donde se utiliza un palo puntiagudo (chuzo) para hacer el hueco y depositar la semilla. El distanciamiento entre surcos oscila entre 0.80 y 0.90 m y entre plantas de 0.50 y 0.50 m depositando 2 semillas en cada hueco, el número de semillas depende del porcentaje de germinación del material genético a utilizar, con los parámetros anteriores obtendremos una densidad de 50.000 plantas por hectárea (43750) donde la distancia entre surcos y plantas, la profundidad de la semilla debe ser uniforme (FENALCE, 2013).

- **SIEMBRA MECANIZADA O DE TRACCIÓN ANIMAL**

Este método o forma es utilizado en terreno con una topografía semiplano, donde es el esfuerzo humano es mínimo si se opta por la siembra manual, de igual manera se puede emplear la siembra y preparación del terreno de una forma mecanizada, utilizando unas medidas entre surcos de 0.80 y 0.90, entre plantas una distancia entre 0.20 y 0.25 (FENALCE, 2013).

PLAGAS DEL MAÍZ (PLAGAS A CONTROLAR)

El cultivo del maíz está expuesto a diversas enfermedades, que afecta el normal desarrollo de las plantas. Las afectaciones y problemas del maíz son favorecidos por las condiciones ambientales, el tipo de suelo, época de siembra, migración, establecimiento y supervivencia de las plagas; afectando las primeras etapas de desarrollo del cultivo Varon (2007).

- **GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)**

Es una de las plagas polífagas con mayor incidencia en la mayoría de los cultivos, donde se encuentra comúnmente en cereales como el maíz, sorgo y arroz, causan-

do daños en las plántulas, en el follaje y en los granos, lo cual es un problema que acarrea pérdidas económicas al productor (ICA, 2003).

Las larvas de *S. frugiperda* se alimentan de hojas y cogollos, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta y su consecuente producción, debido a daños a las estructuras reproductivas (Lima et al., 2006). El grado de daño en la planta dependerá del estado fenológico, período de infestación e intensidad de infestación (Cruz et al., 1999). El control de *Spodoptera frugiperda* se ha realizado tradicionalmente con insecticidas químicos (Yu & Nguyen, 2003) (Figura 1).



Figura 1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) encontrado en la fase reproductiva de la planta del cultivo de maíz

• CICLO BIOLÓGICO *Spodoptera frugiperda*

El ciclo de desarrollo del gusano cogollero abarca las fases de huevo, larva, pupa y adulto (polilla). El ciclo depende de factores climáticos y puede durar alrededor de 34 a 40 días. La etapa de la oruga es la fase de desarrollo del gusano cogollero que ocasiona problemas severos al agricultor (Chango, 2012).

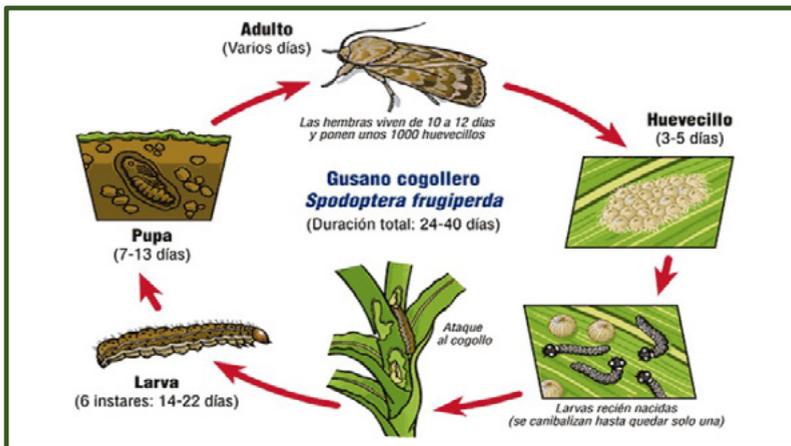


Figura 2. Ciclo Biológico de *Spodoptera frugiperda*. Adaptado de Chango (2012)

- **DAÑOS QUE OCASIONA EL COGOLLERO**

Actúa como trozador, tierrero y como cogollero, su incidencia aparece en las dos etapas de desarrollo de la planta, vegetativa y reproductiva, en el punto de la emergencia de la planta su ataque es crítico y se presenta los primeros 15 días. al momento de llenado del grano también lo podemos encontrar como masticador. (FENALCE, 2013). Cuando la larva alcanza el desarrollo, comienza su descenso hacia el cogollo a comer el follaje, cuando se toma una muestra de las hojas, podemos encontrar perforaciones o áreas comidas, como característica deja a su paso excrementos en forma de aserrín (FENALCE, 2013).

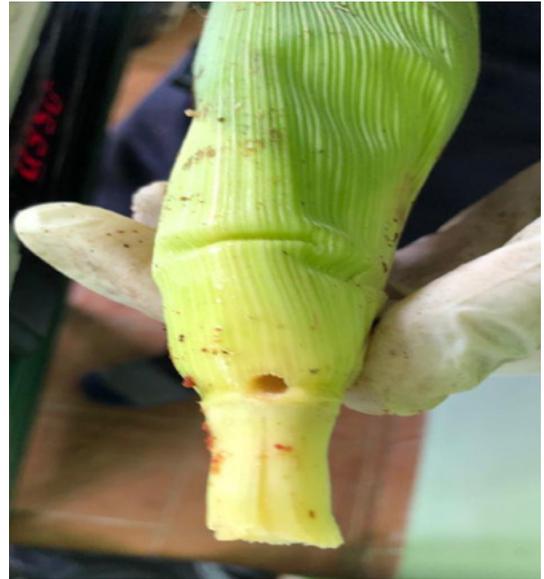


Figura 3. Perforación en mazorca del cultivo de maíz ocasionado por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

- **CIGARRITA (*Dalbulus maidis*)**

La cigarrita o *Dalbulus maidis* es localizada en toda la región neo tropical donde el maíz es cultivado, pudiendo ser encontrado desde el nivel del mar hasta grandes altitudes, siendo la temperatura y la disponibilidad de hospederos factores importantes para asegurar la población (Waquil, 2004).

Según Waquil (2004), en la fase adulta, el insecto puede alcanzar hasta 4 mm y es encontrado con facilidad en el cogollo del maíz en áreas infestadas. La coloración predominante del insecto es amarilla y posee dos manchas oscuras en la cabeza (Martins et al., 2008).

Los huevos son puestos normalmente en la parte central de la hoja, dentro de los tejidos de las plantas y posee un periodo embrionario de alrededor de nueve días donde posteriormente, las ninfas pasan por cinco estados en un periodo de 17 días (Martins et al., 2008). En las condiciones adecuadas, las hembras depositan alrededor de 14 huevos al día, siendo posible que deposite 611 huevos durante todo su ciclo de vida que dura 45 días (Waquil, 2004).

Los daños directos causados por *Dalbulus maidis* están asociados a la succión de la savia de la planta a través de pequeños orificios; Sin embargo, el gran impacto

del ataque de este insecto está en los daños indirectos que son debidos a la transmisión de enfermedades causadas por fitoplasmas, espiro plasmas y virus (Waquil, 1997). La transmisión de esos patógenos por el *Dalbulus maidis* es del tipo persistente propagativo Nault (1980).



Figura 4. Daño causado en hojas por *Dalbulus maidis*.

• CICLO BIOLÓGICO DEL *Dalbulus maidis*

Las cigarritas viven en colonias, se alimentan del cogollo, las axilas y la zona inferior de la planta (Gutierrez, 2019). Los huevos son depositados entre las venas en el haz de la hoja del cogollo, eclosionan al 4to o 19 día, las ninfas son de color amarillo translucido, los adultos miden entre 3-4 mm de largo (Maes, 1991). La hembra pone de 4 a 19 huevos por postura, en el total de vida deposita unos 132 huevos, cuando son depositados son de un color transparente y a la semana tienen una tonalidad blanca (Gutierrez, 2019).

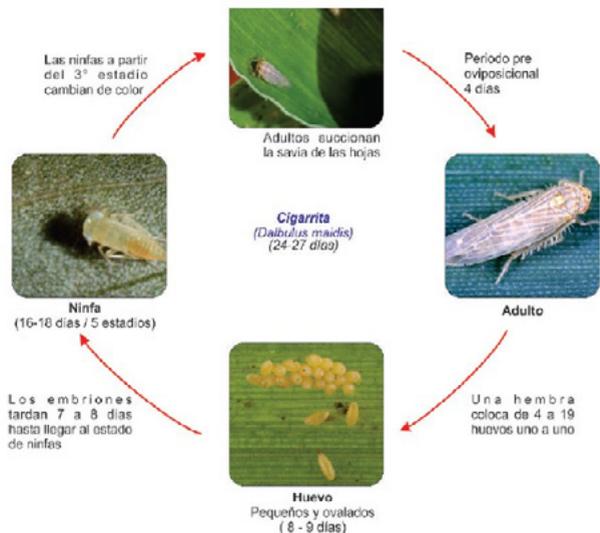


Figura 5. Ciclo Biológico *Dalbulus maidis* Adaptado de (Ramos, 2013).

ENFERMEDADES DEL MAIZ

El cultivo de maíz depende de factores climáticos como la humedad y la temperatura, donde una variación de estos parámetros se vuelve en contra del desarrollo de la planta y de la diseminación de los patógenos causantes de enfermedades, en su mayoría transmitida por el salto de hojas *Dalbulus maidis* siendo su estadio de ninfa la que ocasiona más daños, aunque todas las fases de desarrollo son capaces de adquirir y transmitir la enfermedad (FENALCE, 2013).

- **COMPLEJO DEL ACHAPARRAMIENTO Y VIRUS EN CULTIVOS DE MAÍZ**

El *Dalbulus maidis* transmite dos tipos de achaparramiento en el maíz (pálido y rojo), ambos causados por patógenos de la clase de los Mollicutes (Oliveira et al., 2002). La distinción de los achaparramientos puede ser realizada en campo debido a los síntomas que presentan las plantas. El achaparramiento pálido ocasiona estrías blanquecinas irregulares partiendo de la base de las hojas, posteriormente las hojas nuevas presentan el mismo problema. Ya el achaparramiento rojo causa un enrojecimiento intenso y generalizado por toda la planta, iniciando en el ápice y en el margen de las hojas, siendo capaz de afectar toda el área foliar (Oliveira et al., 2002).

Los daños de esas enfermedades son enormes para la producción, pues puede ocasionar acortamiento de los internodos, reducción en el tamaño y deformidades en las mazorcas y desarrollo de varias yemas florales (Waquil, 2004). Otra enfermedad que es transmitida por *Dalbulus maidis* y puede ocurrir de forma simultánea con el achaparramiento es el virus del rayado. El principal síntoma aparente de la virosis son pequeños puntos cloróticos en la base y a lo largo de las nervaduras de las hojas jóvenes, con el tiempo esos puntos se unen generando diversas rayas y las plantas infectadas presentan mazorcas con granos de menor tamaño (Oliveira et al., 2002).

- **MANEJO DEL *Dalbulus maidis***

Para obtener éxito en el control de las plagas, es necesario juntar algunas herramientas de manejo que puedan ayudar con la reducción de los daños generados por estos insectos. El uso de cultivares resistentes, tratos culturales, control biológico y químico son medidas que, de implementarse adecuadamente, pueden ayudar al manejo integrado de *D. maidis* (Ruegger, 2019).

Actualmente se reportan el uso de 19 químicos registrados para el control de *Dalbulus maidis*, la mayoría de estos productos pertenecientes al grupo de los neonicotinoides, piretroides, carbamatos y organofosforados (Ruegger, 2019).

El uso de cultivos resistentes es el método más eficiente para el manejo de las enfermedades transmitidas por *Dalbulus maidis*. Sin embargo, aún faltan estudios para una mejor recomendación, pues no todos los cultivos disponibles en el mercado poseen resistencia aceptable. Una de las herramientas más eficientes para el control de esta plaga es el control químico, el cual puede ser realizado a través de pulverización foliar o por tratamiento de semillas (Silva, 2005).

CONTROL DE PLAGAS

El maíz es uno de los cultivos con mayor incidencia e importancia a nivel mundial, por lo tanto, tiene un amplio campo de investigación y nuevas tecnologías, buscando aumentar la productividad y potencializar su desarrollo. De igual manera se busca hacer defensa contra las limitantes productivas (plagas), esto se traduce en la utilización por parte de los agricultores con productos convencionales (cipermetrina, clorpirifos, malathion, entre otros) (Uriña et al., 2019). La alta tasa de infestación por parte de las diferentes plagas es una de las causas principales de pérdidas económicas, lo que ha llevado a una dependencia de la aplicación de insecticidas químicos para su control. Desafortunadamente el uso generalizado e indiscriminado ha contribuido al desarrollo de resistencia a estos productos químicos como los organofosforados, carbamatos, piretoides, entre otros (Devine et al., 2008).

- **CONTROL QUÍMICO**

El uso de productos químicos representa el principal método para contrarrestar la llegada de visitantes no deseados a los cultivos, por lo tanto, se ha convertido en una ayuda indispensable para el mantenimiento y protección del cultivo (Chirinos et al., 2020).

- **CARBARYL**

Es un plaguicida que pertenece al grupo de los N-metilcarbamato, se caracteriza por tener una alta toxicidad y por su persistencia en el medio ambiente, es usado extensivamente para el control de plagas de diferentes cultivos. Tiene una contraindicación en la salud pública ya que compromete procesos vitales como la función del sistema reproductivo, aunque no es considerado como un producto que puede conllevar a una alteración genética, si influye en el desarrollo de células cancerígenas (Roso y Galviz, 2015).

Varios estudios demuestran que el Carbaril, considerado tóxico categoría 2, se absorbe por inhalación, ingestión y por vía tópica en plantas, aves, insectos y mamíferos. En los animales las trazas más altas de Carbaril se encuentran en el riñón, sangre, hígado y cerebro. El 1-naftol, metabolito del compuesto Carbaril es el más tóxico en comparación con los demás compuestos, comprometiendo la salud humana, animal y el equilibrio del medio ambiente, además compromete los organismos bióticos ya que estos no pueden degradar este compuesto 1-naftol (Roso & Galviz, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior como el alto costo, el impacto a la salud y la contaminación del medio ambiente por eso el uso desmesurado de estos productos, que se ve reflejado a mediano y corto plazo en los suelos y las plantas, se hace evidente la

problemática del uso de productos químicos en la agricultura (Roso & Galviz, 2015). Por lo cual actualmente se ve la obligación de tener productos alternativos para atacar estas plagas implementando modelos sostenibles con el medio ambiente, salvaguardando la salud pública y recuperando suelos donde se haya visto afectado por el uso de estos productos químicos (Nava et al., 2012)

- **CONTROL BIO-ECOLÓGICO**

Los agricultores invierten una cantidad de recursos económicos intentando contrarrestar los ataques de plagas y tener un control fitosanitario de los cultivos regulado, existen alternativas a los controles de insecticidas químicos, estas alternativas son a base de plantas y extractos vegetales que pueden ser de gran ayuda. Un ejemplo es el uso del tabaco utilizado para el control de ataques de insectos gracias a un compuesto como es la nicotina (Yepes et al., 2000)

- **EXTRACTO DEL ÁRBOL DE NEEM (*Azadirachta indica*) PARA CONTROL DE PLAGAS EN CULTIVOS DE MAÍZ**

El árbol de neem hace parte de las Meliaceas y se le conoce habitualmente como “paraíso de la india”, “margosa” o Neem, este árbol es originario de la región de la India, se localiza en áreas secas de los trópicos y subtrópicos. Es usado con fines medicinales en el tratamiento y prevención de distintas enfermedades. Dentro de los efectos medicinales se encuentra la analgesia, antihelmíntico, antipirético, antiséptico, diurético, purgantes, entre otros, como también tiene cualidades antibacterianas, antidiabética, anti fúngica, antiviral y anti proliferativo de células cancerígenas de la próstata (Zuñiga Navarrete , 2015).

El componente activo llamado Azadirachtina (AZA) es un producto que evita la deposición de los huevos en las hojas, altera su fase de crecimiento, provoca desordenes hormonales en diferentes fases del desarrollo, disminuye la motilidad de los insectos a controlar (Vinasco y Soto, 2014).

El ingrediente activo Azadirachtina (AZA) como los otros componentes de las semillas de neem, poseen facultades de suspender la metamorfosis de los insectos (Inhibe la hormona 20- hydroxyecdysone). Entre sus efectos plaguicidas destacan: anti alimentario, incapacidad de mudar (necesaria para entrar a la siguiente etapa de desarrollo del insecto), frena la reproducción sexual, bloqueo de la síntesis de quitina, clave para el desarrollo del exoesqueleto de los insectos (Villamil et al., 2012). Este teranortriterpenoide (AZA) es una alternativa en pro del medio ambiente y al mismo tiempo tiene un alto campo acción insecticida y acaricida, es inocuo y tiene una baja toxicidad para la salud humana y animal (Vinasco y Soto, 2014).

HÍBRIDOS DE MAÍZ

Los híbridos es un campo de mejoramiento genético, con características específicas para proporcionarle al agricultor cultivos con un alto rendimiento en producción y con cualidades de defensa para combatir plagas y enfermedades, se implementa un manejo agronómico específico y apropiado, aplicando practicas adicionales que son fundamentales para obtener los máximos rendimientos, tales cuales como evitar el estrés hídrico, corregir suelos adecuando su pH según la especificidad de la semilla , época de siembra, densidad de siembra adecuada, evitar la competencia por nutrientes del suelo y un manejo para el control de malezas (MacRobert, 2015). Un híbrido es el resultante cuando una planta de maíz que no está emparentada fecunda a otra, la planta que produce la semilla se le denomina progenitora (macho), esta semilla resultante del cruce anterior posee una configuración genética única con características de resistencia a enfermedades, color de grano, calidad del cultivo, rendimiento, entre otros (MacRobert, 2015).

Existe variedad en la configuración de un híbrido, puede ser simple, triple, doble o mestizo, la semilla que se comercializa en el sector agropecuario es un cruce de dos progenitores; hembra y macho. Como los órganos tanto masculino y femenino se encuentran separados, es fácil hacer la cruce entre dos plantas, se tiene que hacer una tarea que es tomar la espiga en este caso el órgano masculino y retirarla antes de la producción de polen con el fin de que el polen que arribe a la mazorca (órgano femenino) de las plantas hembras provenga de otra planta macho en ese caso la espiga (Figura 6) (MacRobert, 2015).

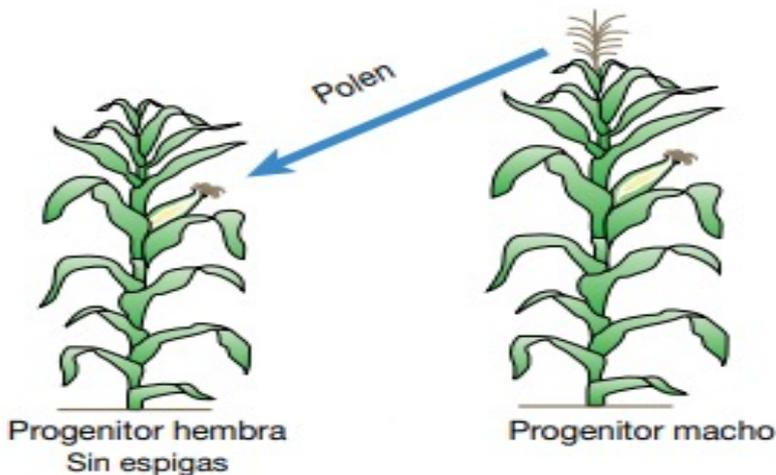


Figura 6. reproducción en cruce de plantas Adaptado de CIMMYT (2019).

El uso de semillas híbridas en Colombia representa un desarrollo importante para el país y aspira que se obtenga a futuro una generación de maíces genéticamente mejorados, los híbridos obtienen un crecimiento en los rendimientos que oscilan entre un 37% en sistemas con riego y un 105 % en época seca en comparación con el maíz tradicional (CIMMYT, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

• UBICACIÓN

La presente investigación fue desarrollada en la Granja Experimental de la Corporación Universitaria de Huila (CORHUILA) localizada en la vereda Rio Frio, municipio de Rivera – Huila, con coordenadas 2°47'41" N y 75°17'39" W, altura de 524 m s. n. m. y temperatura promedio de 25°C. Rivera se encuentra ubicado en la zona nororiental del departamento del Huila donde se hallan dos regiones diferentes: Región oriental: montañosa, pertenece a la vertiente occidental de la cordillera oriental. Región occidental: Geografía plana, comprendida en el valle del río Magdalena. La formación geográfica de Rivera, le confieren los pisos térmicos: cálidos, templado y frío, se ubica en un punto estratégico de fuentes hídricas como son los ríos Arrayanal, Blanco, Frío, Negro y Magdalena, además de varias corrientes menores (Perdomo, 2011).



Figura 7. Vista superior de la Granja Experimental de la CORHUILA.

Fuente: <https://goo.gl/maps/Z9z2ZZMFy6bxufXj6>

TRATAMIENTOS

Para este experimento los tratamientos evaluados fueron dos productos comerciales (químico y bio-ecológico) El primero es a base de Carbaryl 1 Naftil metilcarbamato y el segundo con extracto vegetal (CEV) a base de Azadirachtina. Se utilizaron los híbridos de mejor desempeño de un experimento en rivera comparando varios híbridos y materiales genéticamente modificados de maíz transgénico, se seleccionaron el Status de la casa comercial (Syngenta) y el DK 7088 RR2 de la casa comercial (Bayer-Monsanto) recomendados para la producción de ensilaje, En los cuales se realizaron los siguientes tratamientos para control de plagas:

- T1: control biológico en el híbrido Status,
- T2: control biológico en el híbrido DK 7088 RR2,
- T3: control químico en el híbrido Status,
- T4: control químico en el híbrido DK 7088 RR2

El híbrido Status a comparación con el DK 7088 RR2, es el único en esta investigación que tiene facultad de resistencia contra el ataque de *Spodoptera frugiperda* más sin embargo no está exento del ataque de *Dalbulus maidis*. Ya que esta plaga es de interés para el desarrollo económico y productivo del productor es importante saber si estos insecticidas pueden ser de gran ayuda para el desarrollo y desempeño del cultivo de maíz, evaluando la escala de daños producidos por estos insectos. El plan de fertilización fue diseñado por un ingeniero agrónomo basado en los resultados del análisis de suelo, formulado para utilizar productos orgánicos que fuera solubles en agua para aplicarlos por el sistema de riego por goteo (Figura 8).

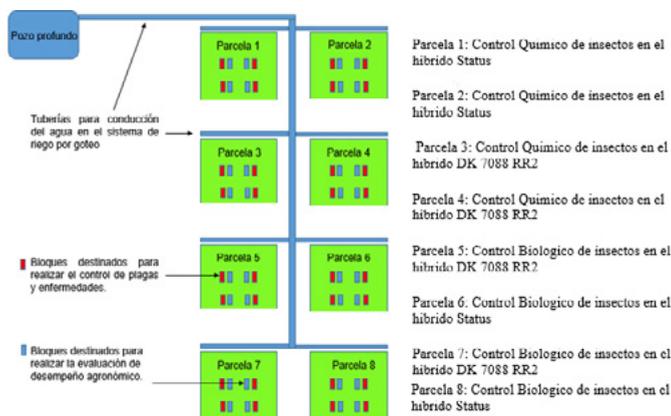


Figura 8. Representación de ocho parcelas riego por goteo, protocolos de control biológico y/o químico

PROCEDIMIENTOS

Para la evaluación de los tratamientos fueron destinadas 8 parcelas, cada una con unas dimensiones de 33,6 metros de ancho x 46 metros de largo y en promedio tenían un área de 1546 m² (Figura 9), para la recolección de información fue necesario demarcar 8 bloques, cada uno comprendido por 4 surcos y 5 metros de largo con una área de 14m², 4 de los bloques fueron destinados para examinar los daños causados por *Dalbulus maidis* y *Spodoptera frugiperda*, los otros 4 se destinaron para la evaluación del desempeño agronómico (los resultados del desempeño agronómico son presentadas en otra tesis desarrollada por nuestro semillero de investigación SIFPA). Los resultados que se obtuvieron en el híbrido de maíz DK 7088 RR2 fueron comparados con variedades e híbridos convencionales.

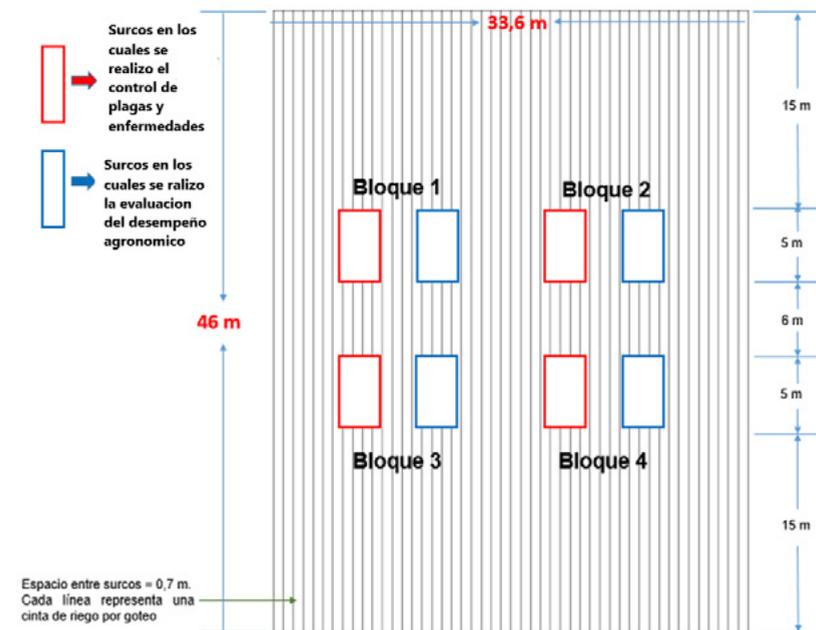


Figura 9. Distribución de los bloques dentro de las parcelas cultivadas con híbridos de maíz transgénico destinados a la producción de ensilaje.

El terreno fue mecanizado con arado de disco y posteriormente se hicieron dos pasos con la rastra los días 1 y 2 de agosto del 2019, la instalación del riego por goteo se realizó los días 3 y 4 de agosto de 2019, luego la siembra del maíz se hizo manual de forma escalonada los días 5 y 6 de agosto de 2019. Para conseguir una densidad de siembra de 70 mil plantas por hectárea se utilizó una distancia de siembra entre plantas de 20 cm y entre surco de 70 cm (Figura 9). Teniendo en cuenta el área, el número de parcelas y la densidad

de siembra, el número de plantas fueron aproximadamente 88.342.

El día 4 y 5 posteriores a la siembra, se observó la germinación de las parcelas a partir de este momento por las siguientes 8 semanas, se efectuaron las fertilizaciones a través del sistema de riego los días lunes y jueves. La fertilización de todos los lotes se realizó mediante Fertirriego, con productos orgánicos y químicos.

En los lotes sembrados los días 5 y 6 de agosto se realizó control de plagas con producto químico Sevin® (Carbaryl 1- Naftil metilcarbamato- 80%) bolsa de 1000 gramos en polvo el cual se denominó en este estudio como control químico (CQ) y en los lotes sembrados los días 7 y 8 de agosto se realizó control de plagas con producto biológico (Bioneem), este es un insecticida orgánico con base en extractos de semillas del árbol de Neem *Azadirachta indica*, este fue el control con extracto vegetal (CEV).

Se realizaron aplicaciones de insecticidas durante los primeros 45 días posteriores a la germinación del cultivo. Las aplicaciones de los productos se hicieron con la ayuda de bomba aspersor de espalda con motor, la primera de estas aplicaciones se llevó a cabo dos días después de la germinación y un refuerzo ocho días después y las demás aplicaciones se realizaron según las evaluaciones hechas en campo por el grupo de trabajo. Como ya fue mencionado dentro de cada parcela se marcaron 4 bloques que se usaron para verificar la efectividad del tratamiento que se estaba evaluando. Estos controles se realizaron por 5 semanas, los sábados a partir de las 6:00 am iniciando el 31 de agosto y finalizando el 28 de septiembre del 2019.

Para el seguimiento de los daños causados por el *Dalbulus maidis* fue determinada adaptando la metodología utilizada por (Zambrano, 2013), en la cual a través de una escala de 0 – 5, estimó la presencia de los síntomas propios de la enfermedad ocasionada por el complejo del achaparramiento de maíz (Tabla 3).

Tabla 3. Escala síntomas del achaparramiento del maíz. Adaptado de Zambrano (2013)

Valor	Descripción
0	Hojas sin síntomas de enfermedad
1	manchas cloróticas y rayado blanco o rojo que cubren $\leq 25\%$ de la superficie de la hoja;
2	manchas cloróticas brillantes y rayado blanco o rojo que cubren 25 - 50% de la superficie de la hoja
3	manchas cloróticas brillantes y rayado blanco o rojo que cubren 50 - 75% de la superficie de la hoja
4	manchas cloróticas brillantes y rayado blanco o rojo que cubren $\geq 75\%$ de la superficie de la hoja;
5	Hoja muerta.

Adaptado de Zambrano (2013)

A demás para el seguimiento de los daños causados por *Spodoptera frugiperda*, se usó la escala utilizada por Davis (1992). Esta metodología utiliza una escala de 0 a 9 para evaluar el daño causado por el insecto (Tabla 4).

Tabla 4 Escala de notas (0-9) para evaluación de daños causados por *Spodoptera frugiperda* en plantas de maíz.

Nota	Descripción
0	Planta sin daño.
1	Planta con una lesión muy pequeña circular en las hojas del cartucho.
2	Plantas con una a tres lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm)
3	Plantas con 1 a 5 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm) y 1 a 3 lesiones rectangulares pequeñas (hasta 1,5 cm).
4	Plantas con 1 a 5 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm) y 1 a 3 lesiones rectangulares (de 1,5 a 3,0 cm).
5	Plantas con 1 a 3 lesiones rectangulares (mayores de 3,0 cm) en 1 a 2 hojas y 1 a 5 perforaciones alargadas hasta 1,5 cm.
6	Plantas con 1 a 3 lesiones rectangulares (mayores de 3,0 cm) en 2 o más hojas y 1 a 3 perforaciones mayores que 1,5 cm en 2 o más hojas.
7	Planta con 3 a 5 lesiones alargadas grandes mayores de 3,5 cm en 2 o más hojas y 3 a 5 perforaciones grandes mayores que 1,5 cm en 2 o más hojas
8	Planta con muchas lesiones alargadas (más de 5) de todos los tamaños en la mayoría de las hojas. Muchas perforaciones de tamaño medio a grande (más de 5) mayores a 3,0 cm en muchas hojas.
9	Planta con muchas hojas perjudicadas, casi totalmente destruida.

Adaptado de Davis (1992).

MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk};$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable respuesta en evaluación: (variables desempeño agronómico, análisis de cromatografía).

μ : Media poblacional

T_i : Coeficiente correspondiente al factor protocolo para control de insectos

β_j : Coeficiente correspondiente al factor tipo de híbrido de maíz

$T\beta$: Coeficiente correspondiente a la interacción entre protocolo de control de insectos y el tipo de híbrido de maíz.

ϵ_{ij} : Error experimental: constituye la componente aleatoria del modelo. Representa el efecto de aquellos factores que no se han tenido en cuenta en la experimentación o el efecto de aquellos presentes en el estudio pero que no se han podido establecer adecuadamente con el modelo seleccionado.

El modelo estadístico es un diseño completamente al azar con un análisis factorial completo, los factores que se cruzan son el tratamiento para control de insectos y el tipo de híbrido de maíz. Cuando había diferencias significativas se utilizaron las comparaciones múltiples de Tukey. El programa que se utilizó fue R con ambiente de trabajo R-Studio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Control de *Spodoptera frugiperda* y *Dalbulus maidis*

El análisis estadístico de las observaciones registradas en el último control (55 días posteriores a la germinación), mostraron diferencia altamente significativa entre la escala de puntuación de daños producidos por *Spodoptera frugiperda* entre los híbridos evaluados ($P < 0,01$) (figuras 10), respuesta que se mantuvo también al analizar las observaciones de los cinco controles realizados (figura 11). Estos resultados eran esperados, ya que el gen conocido como Bt que posee el STATUS le confiere una resistencia al ataque de lepidópteros como la *S. frugiperda* (Tabashnik y Gould, 2012). Lo cual le confiere una ventaja al ser comparado con el DK 7088 RR2, quién no posee mencionada modificación genética. No obstante, la resistencia al herbicida de amplio espectro glifosato era una modificación genética compartida por los dos híbridos de maíz evaluados (Benbrook, 2012). En la presente investigación, el DK 7088 RR2 jugó dos papeles claves: en primer lugar, la respuesta de su desempeño podría ser comparable con la de un híbrido de maíz convencional (por no tener el gen Bt) y, en segundo lugar, la posibilidad de realizar el control de arvenses con la misma eficiencia que se realiza en el STATUS, permitiendo evaluar los dos insecticidas en condiciones semejantes (Figura 10).

Gráfica de efectos principales

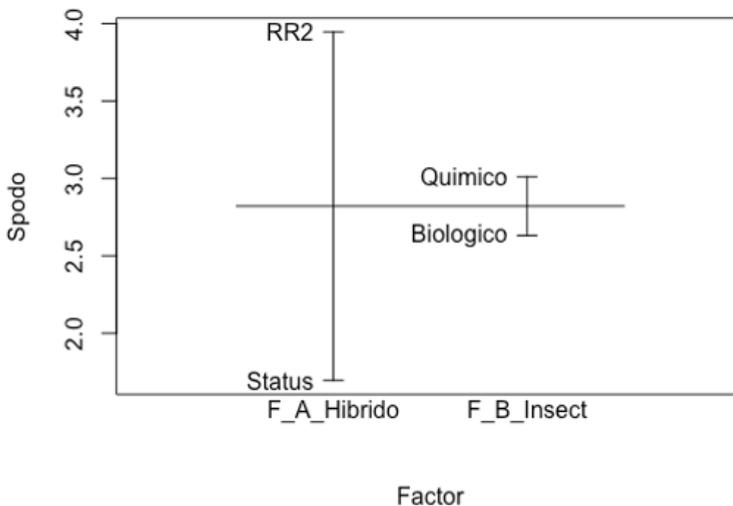


Figura 10. Score de daño causado por *Spodoptera frugiperda* en función de los híbridos de maíz (Status y DK 7088 RR2) e insecticidas evaluados (químico y biológico).

También fue encontrada diferencia altamente significativa entre los insecticidas evaluados ($P = 0,009$). Aunque finalmente los dos tratamientos permitieron controlar el ataque de *S. frugiperda*, el insecticida a base de extracto del árbol de Neem fue más efectivo controlando el ataque de este lepidóptero (figura 11).

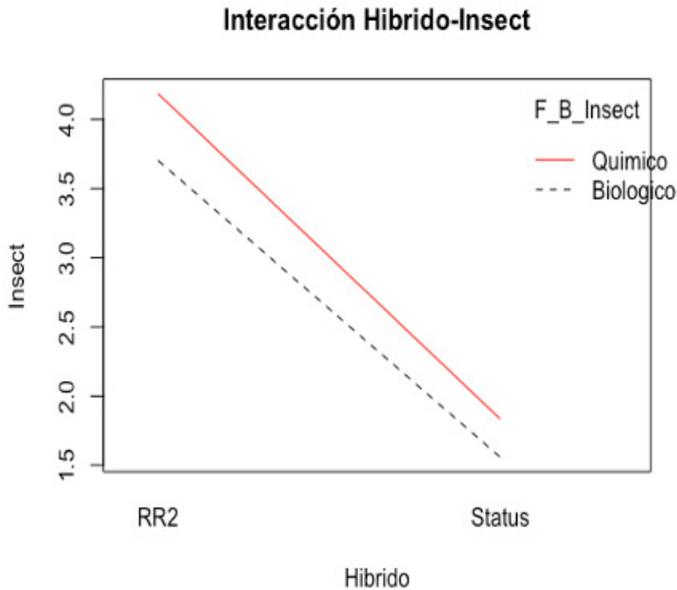


Figura 11. Interacción observada entre los factores de variación híbrido de maíz (Status y RR2) e insecticida (químico o biológico) sobre el score de daño producido por *Spodoptera frugiperda*.

De esta forma, el presente trabajo ofreció evidencias colectadas en campo que respaldan otros resultados obtenidos en condiciones similares o en laboratorio (Wang et al., 2016; Correia et al., 2013), en los cuales queda evidenciada la efectividad de la Azadirachtina (principio activo de origen botánico), ofreciendo resultados similares o superiores a los prometidos por insecticidas de origen químico como el Carbaril 1-Naftil metilcarbamato (químico de la familia de los carbamatos), usado como control convencional de plagas en este experimento. Como se puede apreciar en la figura 11 que representa los resultados de la comparación de los datos obtenidos en todos los controles semanales que se hicieron en esta investigación, el DK 7088 RR2 fue el híbrido más afectado por el ataque de *S. frugiperda*.

En media, la escala de daños observada en el DK 7088 RR2 con control químico fue de 4,2 puntos; mientras que, en este mismo híbrido con control biológico la escala

encontrada fue de 3,7 puntos. Por otro lado, el STATUS fue menos afectado siendo en media la escala de daño de 1,8 cuando recibió control químico y 1,6 con control biológico. A pesar de que estadísticamente el daño producido por *S. frugiperda* fue mayor en el DK 7088 RR2 que en el STATUS cabe aclarar que no se encontró diferencia estadística entre las medias del T1 - T3 - T2 - T4 (tabla 5).

Tabla 5. Comparación de las medias de los resultados obtenidos en las cinco evaluaciones para determinar la escala de daño producido por *Spodoptera frugiperda* mediante test de Tukey.

Tratamiento	Escala de daño	Valor de P
T1	1,6 b	0,00016
T2	3,7 a	0,00016
T3	1,8 b	0,00016
T4	4,2 a	0,00016

T1: control biológico en el híbrido Status; **T2:** control bilógico en el híbrido DK 7088 RR2; **T3:** control químico en el híbrido Status; **T4:** control químico en el híbrido DK 7088 RR2.

Caló y Musso (2016) realizaron una evaluación en condiciones de campo para estimar la resistencia de cuatro híbridos de maíz convencional y un híbrido de maíz transgénico al ataque de *Spodoptera frugiperda*. Esta investigación se efectuó en secano sin la aplicación de herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes. Después de llevar a cabo las 5 evaluaciones usando la escala de Davis (1992) en la última evaluación que se ejecutó cuando las plantas estaban en estado R3-R4 mostró que en el nivel de daño de los híbridos convencionales estuvo entre los 4 - 6 puntos mientras que el híbrido transgénico no mostró daños producidos por este insecto, pero si por otros que no eran lepidópteros. Basados en estos resultados podemos indicar que de los cuatro tratamientos evaluados en esta investigación solo el T4 mostro resultados iguales a los relatados por estos autores.

Balbi & Flores (2020) realizaron una evaluación en condiciones de campo donde se analizó la resistencia de seis híbridos de maíz transgénicos resistentes al ataque de lepidópteros y maíz convencional. En esta experiencia el maíz convencional presentó al final de las evaluaciones una puntuación en la escala de Davis (1992) de 2.9 puntos, mientras que en los híbridos transgénicos esta puntuación estuvo entre 3,2 a 1,5. El híbrido DK 7088 RR2 evaluado en nuestro experimento, a pesar de ser transgénico su modificación genética solo le daba resistencia al herbicida de

amplio espectro glifosato; no obstante, no era resistente al ataque de lepidópteros lo que lo hace comparable con un híbrido convencional. Como podemos apreciar en los resultados expuestos en la tabla 4, el híbrido DK 7088 RR2 presentó daños superiores a la reportada por Balbi & Flores (2020). Esto sugiere que nuestro control no fue tan efectivo y que posiblemente fueron necesarias más aplicaciones de insecticida para eliminar la plaga de una forma más eficaz. Sin embargo, en nuestra lógica aumentar el número de aplicaciones de insecticidas (principalmente químicos) no es lo ideal ya que nuestro ideal es la producción de alimentos inocuos y más saludables para los rumiantes domésticos.

El análisis de las observaciones registradas para evaluar la efectividad de los insecticidas controlando poblaciones de *Dalbulus maidis*, se representa inicialmente con la figura 12 en la cual aparecen los resultados del último control realizado 55 días posteriores a la germinación. Como podemos observar, nuevamente el híbrido DK 7088 RR2 fue el más afectado por el ataque de una plaga mientras que el híbrido STATUS se mostró de forma general más resistente a los efectos lesivos producto de ataque de este insecto. También en esta figura queda plasmado como al último control realizado el insecticida químico y biológico presentaron resultados similares.

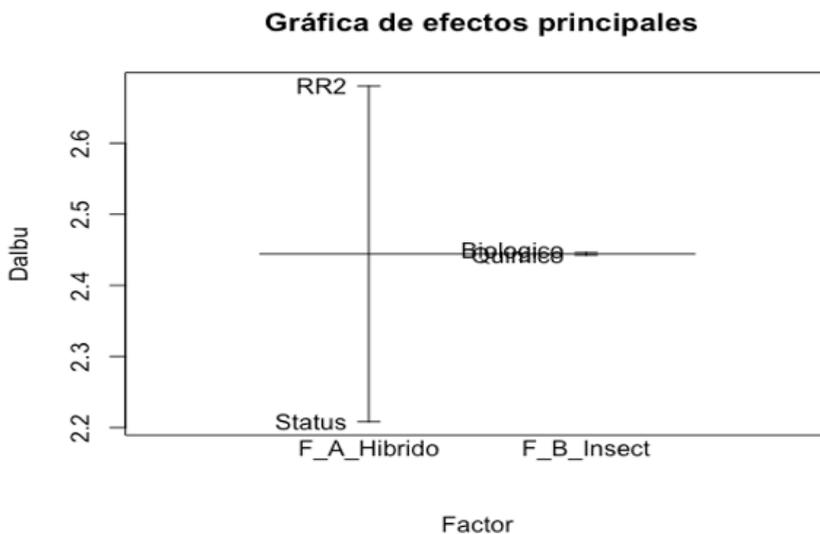


Figura 12. Score de daño causado por *Dalbulus maidis* en función de los híbridos de maíz (Status y DK 7088 RR2) e insecticidas evaluados (químico y biológico).

El análisis estadístico de las observaciones levantadas durante los cinco controles es representado en la figura 13. De esta figura se concluye que hubo diferencia entre los híbridos evaluados ($P < 0,01$), donde el STATUS fue menos afectado por lesiones causadas por *D. maidis*. Además, se encontró diferencia significativa entre la escala de daño de las plantas tratadas con insecticida químico o biológico ($P = 0,03$). No obstante, como hubo interacción entre los resultados analizados ($P < 0,01$) se observa en la gráfica que las curvas se cruzan, lo que indica que a un híbrido le fue mejor con uno de los insecticidas evaluados. La figura 13 evidencia que la escala de daños con insecticida químico fue menor al aplicarlo en el DK 7088 RR2 a comparación con el STATUS, mientras que la escala de daños con insecticida biológico fue menor aplicarlo en el STATUS que en el DK 7088 RR2.

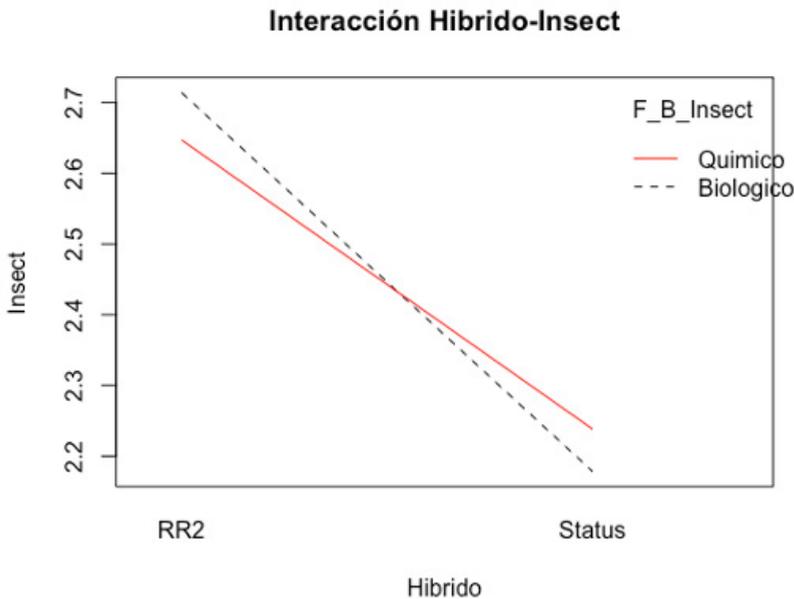


Figura 13. Interacción observada entre los factores de variación híbrido de maíz (Status y RR2) e insecticida (químico o biológico) sobre el score de daño producido por *Dalbulus maidis*.

Los valores de las medias encontradas y analizadas mediante el test de Tukey son presentados en la tabla 4. Como se puede apreciar, los tratamientos T2 y T4 fueron los más afectados por el ataque de *Dalbulus maidis*. En segundo lugar, con medias estadísticamente iguales lo ocuparon los tratamientos T3 y T4, mientras que, el T1

fue el tratamiento que menos daños relacionados con el ataque de *D. maidis* manifestó.

Tabla 6. Comparación de las medias de los resultados obtenidos en las cinco evaluaciones para determinar la escala de daño producido por *Dalbulus maidis* mediante test de Tukey.

Tratamiento	Escala de daño	Valor de P
T1	1,2 c	0,00016
T2	2,1 a	0,00016
T3	1,7 b	0,00016
T4	1,9 ab	0,00016

T1: control biológico en el híbrido Status; T2: control biológico en el híbrido DK 7088 RR2;

T3: control químico en el híbrido Status; T4: control químico en el híbrido DK 7088 RR2.

El hecho de que existan variedades o híbridos resistentes al ataque de ciertas plagas y enfermedades entre las especies vegetales es algo que se puede encontrar reportado en la literatura. Sin embargo, no podemos dejar de mencionar que de los híbridos evaluados el STATUS era resistente al ataque de *S. frugiperda*, conocida como la plaga de mayor impacto a nivel mundial en cultivos de maíz; esto pudo favorecer para que su respuesta a los efectos producidos por el ataque de *D. maidis* fueran menos severos. Este estudio no evaluó la eficacia de los productos usados en el control de plagas cuantificando poblaciones de insectos a través de conteos; lo que realizamos fueron evaluaciones periódicas del estado de las plantas a través de observaciones que registraron la presencia o no de lesiones, así como la severidad de estas.

A pesar de que ningún tratamiento evitó la manifestación de lesiones causadas por este tipo de agentes infecciosos, podemos afirmar que el control con extracto vegetal demostró una ventaja significativa frente al control químico. Además, fue observada interacción entre los factores de variación híbrido x insecticida ($P < 0,05$), siendo que en el STATUS cuando se le realizó control de insectos con extracto vegetal se registraron las plantas con menor en la escala de daño (Tabla 6).

El poseer un fuerte efecto de repelencia, es posiblemente el motivo por el cual el CEV haya sido más eficiente que el CQ para evitar las lesiones que pueden generar enfermedades transmitidas por este vector.

Zambrano (2013) Fue el investigador que creo la escala de daño usada para evaluar la severidad de los daños causados por *D. maidis*. En esta investigación los autores

expusieron bajo condiciones de invernadero (sin la aplicación de insecticidas) 36 materiales genéticos de maíz a los patógenos transmitidos por *D. maidis*. Fue posible ver como algunos materiales genéticos son totalmente resistentes, donde no se evidencio lesiones en las hojas, mientras que en otros genotipos se registró puntuación de 4,0 – 4,3. En nuestros resultados el tratamiento que presentó la puntuación más alta fue el T2 con 2,1 (Tabla 6), lo que puede sugerir un adecuado control de esta plaga.

CONCLUSIONES

El insecticida a base de extracto del árbol de neem fue más efectivo para controlar el ataque de *Spodoptera frugiperda*. El híbrido Status demostró ser más resistente al ataque de *Spodoptera frugiperda* y a los daños ocasionados por *Dalbulus maidis* que el híbrido DK 7088 RR2 usado en esta investigación como testigo. El insecticida a base de extracto del árbol de neem mostró ser menos eficiente también para evitar los daños ocasionados por *Dalbulus maidis*. No obstante, al realizar la aplicación de extracto del árbol de neem en el híbrido de maíz Status se obtuvieron unas plantas saludables. A pesar de que el extracto vegetal evaluado no demostró ser 100% efectivo para el control de las plagas estudiadas, sugerimos seguir explorando esta alternativa en estudios que busquen disminuir o sustituir los agrotóxicos convencionales.

BIBLIOGRAFIA

- Avilés González, M., Pérez Valdez, J., Wong Pérez, J., & Cortez Mondaca, E. (19 de Febrero de 2019). Agrosintesis.com. Obtenido de <https://www.agrosintesis.com/principales-plagas-que-atacan/>
- Balbi, E. I., & Flores, F. (2020). Evaluación del daño causado por el “Cogollero de maíz” (*Spodoptera frugiperda*) y presencia de la “Isoca de la espiga” (*Helicoverpa zea*) en diferentes híbridos de maíz transgénico. INTA, 1-7. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/343365459_Evaluacion_del_dano_causado_por_el_Cogollero_de_maiz_Spodoptera_frugiperda_y_presencia_de_la_Isoca_de_la_espiga_Helicoverpa_zea_en_diferentes_hibridos_de_maiz_transgenico
- Benbrook, C. (2012). Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years. Environmental Sciences Europe, 6-7. doi:<https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-24>
- Cabrerizo, C. (2006). El Maiz en la alimentacion huama.
- Caló, J., & Musso, M. (2016). Evaluación del daño provocado por *Spodoptera Frugiperda* en híbridos de maíz (*Zea mays*), y su realacion con la respuesta productiva. Universidad Nacional De Cordoba, 10-20. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4871/Cal%c3%b3%20-%20Musso.%20Evaluaci%c3%b3n%20del%20da%c3%b1o%20provocado%20por%20spodoptera%20Frugiperda..%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chango Amaguaña, L. I. (2012). CONTROL DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.). Ambato.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. Ciencia y Tecnología Agropecuaria,. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n1/0122-8706-ccta-21-01-00084.pdf>
- CIBIOGEM. (2019). conacyt.gob.mx. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>

- CIMMYT. (2019). Maiz Para Colombia Vision 2030. CIMMYT, 52. Obtenido de <https://fenalce.org/archivos/maiz2030.pdf>
- Correia, A., Wanderley Teixeira, V., Teixeira, Á., & Oliveira, J. (2013). Microscopic Analysis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Embryonic Development Before and After Treatment With Azadirachtin, Lufenuron, and Deltamethrin. *Journal of Economic Entomology*, 47-55. doi:10.1603/EC12158
- Cruz, I., Figueiredo, A., & Vasconcelos, C. (1999). Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *Acta Amazonica*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/096708799227707>
- Davis. (1992). Evaluación de daño del Gusano Cogollero y Gusano de la Espiga en híbridos de maíz transgénico en el norte de Santa Fe. 29.
- Devine, G., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100011&lng=es&tlng=es.
- Ezeta Leon, J., Garcia Brito, O., & Gordillo Manssu, F. (2018). Evaluacion del control biologico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maiz. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia E Investigación*, 18-23. doi:<https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp18-23p>
- FAO. (2002). Guías sobre Buenas Prácticas para la Aplicación Terrestre de Plaguicidas. Roma.
- FAO. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/mb060e/mb060e.pdf>
- FENALCE. (2005). Solo de maiz vive el hombre. Medellin. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34326>
- FENALCE. (2013). Aspectos Tecnicos de la Produccion de Maiz en Colombia. En

F. P. Fierro, & David Mendez Guarnizo.

- FENALCE. (2020). fenalce.org. Obtenido de <https://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=60>
- Flores Suarez, J., & Guillen Lechado, K. (2017). Efecto de hongos entomopatógenos sobre la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis* Delong y Wolcott: Hemiptera-Cicadellidae). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA, 32-43. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3457/1/tnh10f634h.pdf>
- Florez, H. D. (2010). iica.int. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Gutierrez Garcia, S., Sanchez Escudero, J., Caballo Caballo, A., Aguilera Peña, M., & Bergvinson, D. (2010). Efecto del nim en el daño ocasionado por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en tres variables agronómicas de maíz resistente y susceptible. Acta Zool. Mex. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000100001&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-8445.
- Gutierrez, A. (2019). Aplicación de biocidas para el tratamiento de la chicharrita (*Dalbulus maidis*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) – ACCHA - CUSCO. Abancay.
- Hussein, H., & Habustová, O. (2005). Beetle-specific *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa toxin reduces larval growth and curbs reproduction in *Spodoptera litoralis*.
- ICA. (Diciembre de 2003). Boletín de Epidemiología. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/9f5f1694-d031-49f4-bac1-f88d55b91ace/Publicacion-7.aspx>
- Isman, M., & Grieneisen, M. (2013). Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trend Plants Sci.* doi:10.1016/j.tplants.2013.11.005
- Lima, F. W., Ohashi, O., Souza, F. R., & Gomes, F. D. (2006). Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera*.

- MacRobert, J., Setimela, P., Gethi, J., & Worku Regasa, M. (Noviembre de 2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT, 1-3. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf>
- Maes, J.-M. (1991). Las chicharritas del maíz (*Dalbulus Maidis*). Museo Entomológico.
- Martins, G., Toscano, C., Tomquelski, G., & Itamar Maruyama, W. (2008). EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *DALBULUS MAIDIS* (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) NA CULTURA DO MILHO . Caatinga.
- Nacion, L. (11 de 03 de 2014). El Huila le apostará al cultivo de maíz Disponible en : <https://www.lanacion.com.co/2014/03/11/el-huila-le-apostara-al-cultivo-de-maiz/>.
- Nault, L. (1980). Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. Obtenido de agris.fao.org/: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301360690>
- Nava, E., García Gutiérrez, C., CamachoBáez, J. R., & Vázquez Montoya, E. L. (2012). BIOPLAGUICIDAS: UNA OPCIÓN PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS. Universidad Autónoma Indígena de México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Negrete Baron, F., & Morales Angulo, J. (Abril de 2003). http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058_El%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf
- OECD/FAO. (2018). Perspectivas Agrícolas. Obtenido de http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-es
- Oliveira, E., Carvalho, R., Duarte, A., Andrade, R., & Resende, R. (2002). MOLICUTES E VÍRUS EM MILHO NA SAFRINHA E NA SAFRA DE VERÃO. Revista Brasileira de Milho e Sorgo.
- Oñate Zuñiga , L. A. (2016). DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO HARINOSO CRIO-LLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS. Cevallos.

- Osorio, G. G. (2005). Principales Plagas, Enfermedades Y Malezas del cultivo de Maiz en la altillanura y la costa atlantica colombianas. villavisecio.
- Paliwal, R. (2001). EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: MEJORAMIENTO Y PRODUCCION. Roma.
- Paliwal, R. L., & Koul, A. K. (1964). Morphology and cytology of a new species of Coix with 32 chromosomes. Agra: Cytologia.
- Perdomo, A. (2011). Informe de Gestión 2005- 2010. Municipio de Rivera. Departamento del Huila. República de Colombia.
- Ramos Cadena, O. (2013). MANUAL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL MAIZ. Cusco: <http://andes.center/wp-content/uploads/2019/10/Manual-Plagas-y-enfermedades-del-Maiz.pdf>.
- Roso Castellanos, J., & Galviz, J. (2015). Rutas de degradación del plaguicida n-metil carbamato carbari. Revista investigacion, inovacion e ingenieria l3+. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301285224_Rutas_de_degradacion_del_plaguicida_n-metil_carbamato_carbari/citation/download
- Ruegger, D. G. (2019). Efeito de inseticidas sobre daus populacoes de cigarrinha-do-milho, *Dalbulus Maidis*. Obtenido de <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/11/110100/tce-24012020-150637/>
- Sánchez Jara, J., Valle Delgado, J., Pérez Tesén, E., Perales, M., & Calderón Arias, C. (2019). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de Zea mays: Uso de nematodos entomopatógenos. Scientia Agropecuaria, 554. doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.12>
- Silva, C. (2005). Maiz Genéticamente Modificado. Agro-bio, 12-19. Obtenido de <https://chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Ma%C3%ADz-gen%C3%A9ticamente-modificado.pdf>
- Tabashnik, B. E., & Gould, F. (2012). Delaying corn rootworm resistance to Bt corn. J Econ Entomol, 66-76. doi:10.1603 / ec12080

- Tosne, L. V. (2019). Establecimiento de un sistema de producción de 1 hectárea de maíz amarillo (*Zea mays* L.) con fines comerciales en Popayan- Cauca. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1142&context=ingenieria_agronomica
- Uriña Zamora, M. M., Peña Haro, C. A., Centanaro Quiroz, P. H., & Damián Quito, L. F. (2019). Respuesta agronómica del cultivo de maíz (*Zea mays*): aplicación de insecticidas para el control del vector de la cinta roja (*Spiroplasma kunkellii*). *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*. doi:<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss27.2019pp21-28>
- Varon De Agudelo, F. (2007). Enfermedades del Maiz y Su Manejo. Fenalce, 1-7.
- Villamil Montero, D. A., Naranjo, N., & Van Strahlen, M. A. (2012). Efecto Insecticida del Extracto de Semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Collaria scenica* Stal (Hemiptera: Miridae). *Entomo Brasilis*, 125-129. Obtenido de <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/5264/ZOORECZOO14811074941.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vinasco, N., & Soto, A. (2014). EFECTO INSECTICIDA DE *Azadirachta indica* A. JUSS SOBRE *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD (HEMIPTERA:ALEYRODIDAE). *Universidad De Caldas*, 37.
- Wang, Y., Chen, X., Wang, J., & Xun, H. (2016). Comparative analysis of the terpenoid biosynthesis pathway in *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* by RNA-seq. *Springer Plus*, 7-9. doi:<https://doi.org/10.1186/s40064-016-2460-6>
- Waquil, J. (1997). Amostragem e abundancia de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Walcott) (Homoptera: Cicadellidae) em Plântulas de Milho. Embrapa.
- Waquil, J. M. (2004). Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e. Embrapa.
- Wikes, H. (1979). Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. Mexico: Crop Improv.
- Yepes, F., Vergara, R., & Lopez, J. (2000). Manejo integrado de plagas y enfermedades. *Universidad Nacional de Colombia*, 52. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4795/1/066.pdf>

- Yu, S., & Nguyen, S. (2003). Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2FS0048-3575\(03\)00079-8](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2FS0048-3575(03)00079-8)
- Zambrano. (2013). El Complejo del Achaparramiento de Maiz. CIMMYT, 8.
- Zuñiga Navarrete , J. M. (2015). Comprobacion de la capacidad antiparasitaria del extracto de la hojas de neem (*Azadirachta indica* A. juss) en ovinos. Universidad Autonoma Agraria Narro Unidad Laguna, 22. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6935/JOSE%20MIGUEL%20ZUC3%91IGA%20NAVARRETE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS



Anexo 1. Híbrido de maíz forrajero resistente a *Spodoptera frugiperda* y al herbicida glifosato en la Granja Experimental de la CORHUILA



Anexo 2. Híbrido de maíz forrajero resistente al herbicida glifosato en la Granja Experimental de la CORHUILA



Anexo 3. Híbrido de maíz forrajero resistente a *Spodoptera frugiperda* y al herbicida glifosato en la Granja Experimental de la CORHUILA



Anexo 4. Híbrido de maíz forrajero resistente al herbicida glifosato en la Granja Experimental de la CORHUILA



Anexo 5. Daños causados por *Spodoptera frugiperda* y *Dalbulus maidis* en maíz forrajero.



Anexo 6. Estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia realizando prueba de goteo en el sistema de riego.



Anexo 7. Estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia realizando la escala de daños causados por *Spodoptera frugiperda* y *Dalbulus maidis* en maíz forrajero.



Anexo 8. Estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia miembros del equipo de trabajo en la investigación.

IDENTIFICACIÓN FOTOGRÁFICA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS ENCONTRADAS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL RIVERA – CORHUILA

PHOTOGRAPHIC IDENTIFICATION OF THE FORAGE SPECIES FOUND IN THE RIVERA
EXPERIMENTATION FARM – CORHUILA

MATHEO MACHADO GÓMEZ

Médico Veterinario Zootecnista
Semillero de Investigación AYMURAY
Grupo De Investigación Kyron
Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

CRISTIAM RODRÍGUEZ CULMA

Médico Veterinario Zootecnista
Semillero de Investigación AYMURAY
Grupo De Investigación Kyron
Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

PAULA ANDREA CÁRDENAS VILLARRAGA

Médico Veterinaria Zootecnista
MSc Ciencias Agrarias – Línea Producción Animal Tropical
Semillero de Investigación AYMURAY
Grupo De Investigación Kyron
Docente Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Afines
Corporación Universitaria del Huila CORHUILA

RESUMEN

Las forrajeras se definen como especies cultivadas o no, que sirven para el consumo animal, por su valor nutricional, palatabilidad y baja toxicidad. Existen varios estudios al respecto en Colombia, entre estos, una investigación sobre el potencial de especies forrajeras, en la cuenca baja del Río Las Ceibas, en Neiva (Huila), según el conocimiento empírico de los ganaderos sobre el uso de estas en alimentación bovina. Sin embargo, no hay suficientes reportes en la literatura sobre el tema, en la zona de estudio, con énfasis en características morfológicas detalladas de las plantas. El objetivo de esta investigación es determinar cualitativamente las especies forrajeras de la granja experimental Rivera - CORHUILA. La metodología utilizada estará basada en un estudio cualitativo, basado en la documentación fotográfica y bibliográfica de las especies forrajeras encontradas en la granja experimental Rivera - CORHUILA, realizado en tres fases: Fase 1: Recopilación fotográfica de las forrajeras encontradas, indicando la frecuencia de aparición y las características morfológicas de la planta. Fase 2: Identificación y clasificación de las plantas encontradas, según valor nutricional, producción de forraje y usos. Fase 3: Elaboración de una cartilla para el reconocimiento rápido y práctico de las mismas, para los productores rurales y profesionales afines. Se encontraron 39 especies forrajeras de las cuales, la mayoría eran leguminosas, seguidas por las gramíneas y finalmente, con menor porcentaje, especies de otras familias, que corresponden al 51,28 % (n=20), 30,7% (n=12) y 17,95 % (n=7), respectivamente. En cuanto al origen, se pudo establecer que el 51,28 % son nativas, seguidas por las originarias de África, con el 28,21%, de Centro América el 12,82 %, de India 5,13% y finalmente de China el 2,56 %. Según su hábito de crecimiento existen 30,7% arbóreas, 10,25% arbustivas, herbáceas con el 58,9%. La calidad nutricional, varía según la familia de las plantas, donde las plantas que más aportan proteína son las leguminosas, con valores entre 4,8 % a 28,1 %. En conclusión, existe gran variedad de especies forrajeras en la Granja experimental, las cuales son muy comunes en Bosque seco tropical, lo cual es una herramienta muy útil para reconocer la que se pueden utilizar en alimentación animal, especialmente en épocas críticas, por parte de los productores.

PALABRAS CLAVES

Leguminosas, gramíneas, forrajeras, identificación de forrajeras.

INTRODUCCIÓN

La identificación de plantas forrajeras es muy importante porque permite que, a partir de su reconocimiento, se puedan establecer características como el valor nutricional, producción, forma de establecimiento, manejo, y así darle un buen uso conforme a las mismas, incluso en la formulación de raciones, con recursos genéticos de la zona, que sería lo ideal para el productor.

En Colombia, según el tercer censo nacional del DANE (2016), el área rural total alcanza 111,5 millones de hectáreas. El 56,7% corresponde a la cobertura de bosque natural (63,2 millones de ha); el 38,6% tiene uso agropecuario (43,0 millones de ha); de las cuales, el 80,0% corresponde a pastos y rastrojos (34,4 millones de ha); el 19,7%, a tierras con uso agrícola (8,5 millones de ha); y el 0,3% está ocupada con infraestructura agropecuaria (0,1 millones de ha); el 2,2%, uso no agropecuario y el 2,5% está destinado para otros usos. El área total del departamento del Huila es de 1.818.961ha; las cuales 491.341ha son bosque natural; 1.141.207: uso agropecuario; de las cuales 406.047 ha son pastos; 334.229 ha son rastrojos; 398.132 ha son de uso agrícolas, y 152.007 destinados para usos diferentes al agropecuario.

En literatura consultada, de manera física y “online”, se puede encontrar las especies forrajeras, características, algunas fotos, pero no especifican los pequeños detalles, que pueden hacer la diferencia entre una especie y otra, como ejemplo, la diferencias entre especies del género *Urochloa*, se basa especialmente en la presencia y ubicación de vellosidades en las hojas o en el tallo.

Es importante brindar las herramientas necesarias para que los estudiantes y ganaderos de la región, puedan identificar las especies que disponen después de realizar una inspección en el predio. El presente trabajo muestra un reconocimiento de las especies forrajeras, mucho más detallado. Gracias a esto a continuación será socializado un documento fotográfico con las características de cada especie.

En este trabajo se realizó una búsqueda potrero por potrero, de las especies forrajeras encontradas en este predio, pero no se hizo por medio de transectos, debido a que la finca ya había sido intervenida con cultivos agrícolas y luego con pasturas para la producción ganadera, encontrando focos muy puntuales de muchas de las especies relacionadas en la presente investigación, por lo tanto el objetivo de esta investigación fue identificar fotográficamente las especies forrajeras encontradas en “La Granja Experimental Rivera – CORHUILA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es sabido por todos, que Colombia es un país megadiverso, con el segundo lugar en el mundo en biodiversidad, y las especies vegetales no son la excepción, dentro de las cuales se encuentran las especies forrajeras, que son las destinadas para alimentación animal; lo que implica que se puede encontrar potenciales forrajeras en las fincas, de crecimiento espontaneo, pero con grandes cualidades nutricionales, para diferentes especies pecuarias.

La productividad ganadera depende en gran parte del manejo que se les dé a las especies forrajeras y al conocimiento detallado de las mismas, lo que se relaciona necesariamente de la identificación y conocimiento de las características de las diferentes especies forrajeras, que se tienen en el predio, lo que puede contribuir a hacer más eficiente la producción, a partir del uso de forrajeras locales, previamente determinadas por morfología, producción, manejo y valor nutricional.

En este momento muchas de las especies encontradas en la finca son consideradas arvenses, debido a que no fueron establecidas, con la intención de ser cultivadas como forrajes, pero se sabe que algunas han sido parte del consumo animal, además la bibliografía sustenta su uso forrajero, calidad nutricional y uso de la misma en alimentación animal, por tanto lo único que falta es considerarlas como fuente importante de la dieta y considerar su establecimiento como bancos de semilla, para futuros establecimientos de bancos forrajeros.

Por lo anterior es importante que los ganaderos conozcan las forrajeras encontradas en la zona, sobre todo en bosque seco tropical, donde su fragilidad agroecosistémica, acompañada de la poca presencia de forrajeras en época de sequía, hace que tener alternativas diferentes de forraje a las cultivadas intencionalmente, sea una herramienta que se puede utilizar para solucionar el problema de la disminución de la producción en épocas de sequía. Para esto, primero se debe reconocer y determinar las características morfológicas, de identificación en campo y de manejo, de la cual no se encontró ningún documento de tipo ilustrativo de esta zona que sirva para este fin, basado en la recopilación fotográfica de las especies forrajeras. El objetivo de la presente investigación es atender esa necesidad con imágenes colectadas en la Granja Experimental de la CORHUILA, localizada en el municipio de Rivera - Huila.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de los recursos genéticos vegetales forrajeros que tenemos a disposición, es muy importante a la hora del establecimiento de bancos de forrajes para diferentes especies, y si estas son nativas o de crecimiento espontáneo mucho mejor, debido a que su desarrollo y crecimiento están prácticamente garantizados por su proceso adaptativo.

En este momento muchas de las especies encontradas en la finca son consideradas arvenses, debido a que no fueron establecidas, con la intención de ser cultivadas como forrajes, pero se sabe que algunas han sido parte del consumo animal, además la bibliografía sustenta su uso forrajero, calidad nutricional y uso de esta en alimentación animal. Por lo tanto, lo único que falta es considerarlas como fuente importante de la dieta e iniciar su establecimiento como bancos de semilla, para futuros establecimientos de bancos forrajeros.

Mediante la evaluación cualitativa de las especies forrajeras existentes en las fincas será más fácil el aprendizaje de la asignatura de pastos y forrajes, para estudiantes, ganaderos y profesionales del área, en la zona de bosque seco tropical.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar las especies forrajeras de la granja experimental Rivera – CORHUILA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las forrajeras encontradas en “La Granja Experimental Rivera – CORHUILA”.
- Determinar el porcentaje de las diferentes familias, géneros y especies encontradas en un documento fotográfico con las características de cada especie en “La Granja Experimental Rivera – CORHUILA”.
- Socializar un documento fotográfico con las características de cada especie en “La Granja Experimental Rivera – CORHUILA”.

ANTECEDENTES

Hasta el momento existen varias compilaciones de forrajeras a nivel nacional e incluso de otras partes de Neiva, como es la zona de la Cuenca Baja del Río Las Ceibas, donde se desarrolló un proyecto en el año 2010 sobre potenciales forrajeras de la zona, incluyendo especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, basándose en el conocimiento de las personas que manejaban el ganado, sobre el consumo de las mismas por parte de estos animales, encontrando alrededor de 18 especies diferentes, con plantas que no son conocidas como forrajeras sino como arvenses o medicinales, pero fueron reportadas por las personas encargadas de los animales, como consumidas por el ganado. Entre estas Balso, Coquito, Cacao, etc... (Cárdenas et al, 2011).

No se encuentran documentos ilustrativos con base en las forrajeras del municipio de Rivera, en este caso se pretende realizar el registro fotográfico en la “Granja Experimental Rivera – CORHUILA”, para tener la facilidad de tener la información detallada de cada forrajera, incluyendo fotos reales de campo, información de producción y condiciones edafológicas.

Sin embargo, se encuentran trabajos de investigación realizados en otros países como, por ejemplo, el estudio realizado por Romero (2015), quien realizó un inventario de forrajeras, en la zona de bosque seco tropical, con suelos alcalinos, el municipio de Calixto (Holguín) en Cuba, encontrando 8 especies diferentes, y siete géneros de forrajeras.

MARCO TEÓRICO

• FORRAJERAS

Se parte de la base que los forrajes son plantas sembradas en cultivos, con el fin de ser destinados a alimentación animal, de cualquier especie, con un valor nutricional adecuado y alta palatabilidad. (Bernal, 2005); Estas especies forrajeras se encuentran en su mayoría, agrupadas en dos familias: Poaceae (Gramíneas), Fabaceae (Leguminosas), pero también, en menor cantidad también se pueden encontrar menor cantidad de especies de otras familias diferentes como Euphorbiaceae, Asteraceae, Solanaceae y Caprifoliaceae (Romero, 2015).

La calidad del forraje se relaciona directamente con el contenido de nutrientes, especialmente con el porcentaje de proteína y fibra, los cuales están determinados por varios factores como son especie, crecimiento, época de lluvia, tiempo entre cosecha y cosecha, época de lluvia. Por lo tanto, es importante contar con suficiente información, para poder balancear las raciones y hacer la planeación de la rotación de potreros en caso de ser necesario (FAO, 2010).

Existen gran cantidad de especies con un tipo de crecimiento herbáceo, entre las que encontramos géneros como: Desmodium, Stylosantes, Clitoria, Arachis pintoi, Zornia, Rinchoncia. También se encuentran especies arbóreas que pueden servir para este fin y además árboles multipropósito, como el Guazuma umlifolia (Giraldo, 1997), el Acacia guachapele (Cárdenas et al, 2011), Trichantera gigantea, Samanea saman que son una buena fuente de alimento para cerdos, aves de corral, bovinos, caprinos, ovinos, peces, etc, los cuales pueden ser incluidos en diferentes sistemas de ganadería intensiva, como los que se mencionan a continuación:

• SISTEMAS SILVOPASTORILES DE ALTA DENSIDAD ARBÓREA

Son sistemas que incluyen la utilización de árboles, pastos y animales, con el fin de aumentar la cantidad y calidad del alimento de los animales, además de otras bondades medioambientales. Estos sistemas intensivos se integran fácilmente con los sistemas de rotación de praderas, con uso de la cerca eléctrica, cargas elevadas y suplementación con subproductos y sistemas de corte y acarreo (caña de azúcar, pastos de corte y arbustos forrajeros).

La *Leucaena leucocephala*, es la especie más utilizadas por su calidad nutricional, fijación de nitrógeno, crecimiento y tolerancia a la sequía y adaptación al ramoneo. Es utilizada con mayor éxito en los sistemas silvopastoriles intensivos en las regio-

nes tropicales y subtropicales al igual que en otros países de América como Cuba (Ruíz et al., 1996) y Venezuela (Clavero, 1998; citado por Murgueitio, 2000).

- **BANCOS DE PROTEÍNA**

Son cultivos con altas densidades de especies forrajeras con altos contenidos de proteína, el cual es el nutriente más costoso en los sistemas de producción pecuario, por lo general se suple con concentrados comerciales, factor que incrementa el costo de producción de estos. Se pueden utilizar de varias formas: cosecha directa por parte del animal (unas horas en el potrero del banco de proteína) o por corte y acarreo.

Las especies más usadas en bancos de proteína son: *G. sepium*, *T. gigantea*, *Morus* sp. *Erythrina* (*Edulis*, *fusca* y *poeppigiana*), *Boehmeria nivea* y *T. diversifolia*, algunas con menor uso, como son: *C. argentea*, *M. penduliflorus*, *S. purpurea*, *Cnidocolus aconitifolius* y *Cajanus cajan*. La información y las experiencias disponibles para las especies mejor conocidas están concentradas alrededor del valor nutricional, producción de biomasa, manejo agronómico, respuesta animal, costos de producción, rentabilidad, ciclos de nutrientes, enfermedades e invertebrados enemigos (Argel y Lascano, 1998; citado por Murguetito, 2000).

- **BANCOS DE ENERGÍA**

Se denomina banco energético, al cultivo de forrajeras que se caracterizan por tener alto nivel de energía, por lo general con bajo contenidos de proteína cruda, representado en general por gramíneas como el maíz, trigo, sorgo, cebada, avena, muy útiles especialmente en sistemas de lechería y doble propósito, donde la época más crítica para la vaca lactante es el primer tercio de lactancia, por su alto requerimiento de energía. Entre los más utilizados está la caña de azúcar *Sacharomices officinarum* (cogollo), ensilaje de maíz, la palma de aceite (*Elaeis guineensis*), la cual es aprovechada para alimentación animal, porque se siembra para la obtención de alcohol carburante o biodisel y el fruto tiene gran cantidad de energía.

- **LEGUMINOSAS**

Las plantas forrajeras de la familia de las leguminosas, caracterizadas por un alto porcentaje de proteína y por la fijación de nitrógeno, lo que proporciona mayor calidad a la dieta de los animales. En bosque seco tropical (BS-t) son muy abundantes, especialmente cuando se refiere a plantas nativas, se habla aproximadamente de más de 1.000 especies con potencial forrajero, pero sólo son utilizadas unas pocas especies para este fin (Estrada, 2002), entre las que se encuentra *Leucaena leuco-*

cephala, *Gliricidia sepium*, que son las especies más utilizadas en la alimentación animal en Sistemas Silvopastoriles (SSP); con diferentes arreglos espaciales, como por ejemplo árboles en potrero y cerca vivas, respectivamente, pero como todo en exceso es malo, a pesar que no se han establecido la cantidad de SSP suficientes en Colombia, ya se habla de la leucanización de la ganadería, por ser la especie más utilizada en SSP de bosque Seco tropical.

• **GRAMÍNEAS**

Las gramíneas, también conocidas como la familia Poaceae o Gramineae incluye 702 géneros y 9675 especies (Clayton y Renvoize, 1986), pero a nivel de ganadería colombiana, casi el 90% de las especies utilizadas corresponden a plantas naturalizadas, originarias de África y Europa, las cuales han sido mejoradas genéticamente, para aumentar su producción de biomasa y calidad nutricional.

En general, las gramíneas tienen un bajo porcentaje de proteína y alta cantidad de fibra, a su vez con un buen contenido de celulosa, siempre y cuando sean suministradas al ganado en su época óptima, correspondiente a prefloración. La celulosa es la base para la generación de energía para el rumiante, en forma de Ácidos Grasos Volátiles. También presentan una alta cantidad de carbohidratos. La calidad de estas plantas, como forraje, depende de la fertilidad del suelo y la época del año, temperatura, precipitación, ASNM, así como por factores biológicos dentro de los que destacan la edad de las plantas (grado de madurez), la intensidad del pastoreo y la actividad competitiva de las malezas.

Existen varios tipos de gramíneas, clasificadas por la producción de biomasa por hectárea, los cuales son: gramíneas de corte y gramíneas de pastoreo, siendo en estas últimas la producción de forraje más bajas por unidad de área en un corte. Entre las especies más conocidas de este tipo están los pastos del género *Urochloa*, que son pastos tolerantes a pH ácidos y sequías prolongadas, y pastos de corte como el *Pennisetum purpureum* o Pasto elefante, del cual se derivan casi todos los pastos de corte.

• **VALOR NUTRICIONAL**

Un forraje de buena calidad debe poseer todos los nutrientes esenciales en proporciones balanceadas, ser de alta digestibilidad y muy palatable para el animal. El suministro de los nutrientes al animal es afectado por el consumo voluntario de la

materia seca del forraje y su digestibilidad, garantizando la absorción de una buena cantidad de nutrientes que son utilizados por los animales para el buen funcionamiento de sus procesos productivos (Estrada, 2002).

- **PROTEÍNA CRUDA**

Según Estrada (2002), las hojas, tallos y reservas de las semillas están compuestos por proteínas. En las hojas las proteínas se encuentran en el citoplasma y cloroplastos, proteínas de alto valor biológico. En nutrición, la proteína cruda es la proteína total que contiene un alimento después de pasar por un análisis químico o bromatológico. la concentración de proteína cruda se presenta en mayor concentración en plantas C3 y C4, que determina la cantidad de carbonos en su estructura.

- **ENERGIA**

ENERGIA BRUTA (EB)

El contenido de energía total en un alimento es considerado como la energía bruta, se determina a través de procesos de combustión, con la presencia de oxígeno, teniendo en cuenta el aumento de la temperatura, en la bomba calorimétrica, donde el calor de estas reacciones y la materia prima, se considera como el resultado de la EB de ese alimento (Correa et al, s.f).

ENERGÍA METABOLIZABLE (EM)

La energía metabolizable corresponde a la energía captada por el organismo del animal para satisfacer sus diferentes necesidades, esta se determina mediante la diferencia de la energía bruta del alimento que es consumido por el animal y la energía que sale en las heces y orina (Correa et al, s.f).

FIBRA CRUDA (FC)

La fibra curda (FC), se ubica en la pared celular de todas las plantas y está compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y pectinas. Es considerada la fracción indigestible de los alimentos. Este análisis hace parte del análisis de Wendee, también llamado análisis proximal, tiene como resultado la fracción total de la fibra, por lo tanto, no deja evidenciar la porción más digestible de la misma, porque no permite detallar de una manera más precisa los valores de porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina (Estrada, 2002).

FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN)

La FDN está relacionada con el consumo del alimento ya que contienen todos componentes de la fibra que ocupan el espacio en el rumen, está determinada por la porción del alimento insoluble en detergente neutro conocida como fibra o pared celular. (Estrada, 2002). El porcentaje FDN en las gramíneas es alto y se implementa actualmente para la medición de la digestibilidad total del forraje (Molano, 2012).

FIBRA DETERGENTE ÁCIDO (FDA)

“La FDA disuelve la hemicelulosa de la pared celular, puesto que es la parte más digestible de la pared celular, como indicador de la digestibilidad del forraje debido a su alto contenido de lignina, siendo esta el indicador de la baja digestibilidad del forraje”. (Estrada, 2002). La calidad de los forrajes, en cuanto al FDN y FDA se observa en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de calidad de las gramíneas y leguminosas según el porcentaje de FDA Y FDN.

Clasificación	FDN	FDA
Excelente	< 41	<31
Primera	40-46	31-35
Segunda	47-53	36-40
Tercera	54-60	41-42
Cuarta	61-65	43-45
Quinta	>65	>45

Fuente: Calsamiglia, 1997

METODOLOGÍA

Este estudio es de tipo aplicado, cualitativo, de observación y documentación fotográfica y bibliográfica de las especies forrajeras encontradas en “La Granja Experimental Rivera – CORHUILA” (Figura 1), ubicada en la zona de vida de Bosque seco tropical, con una temperatura de 30oC, a una altura de 550 msnm, con precipitaciones 1100 mm de lluvia al año. También se observaron características morfológicas, altura de la planta, tamaño y forma de la hoja y posibles usos. El proyecto se realizó en tres fases:

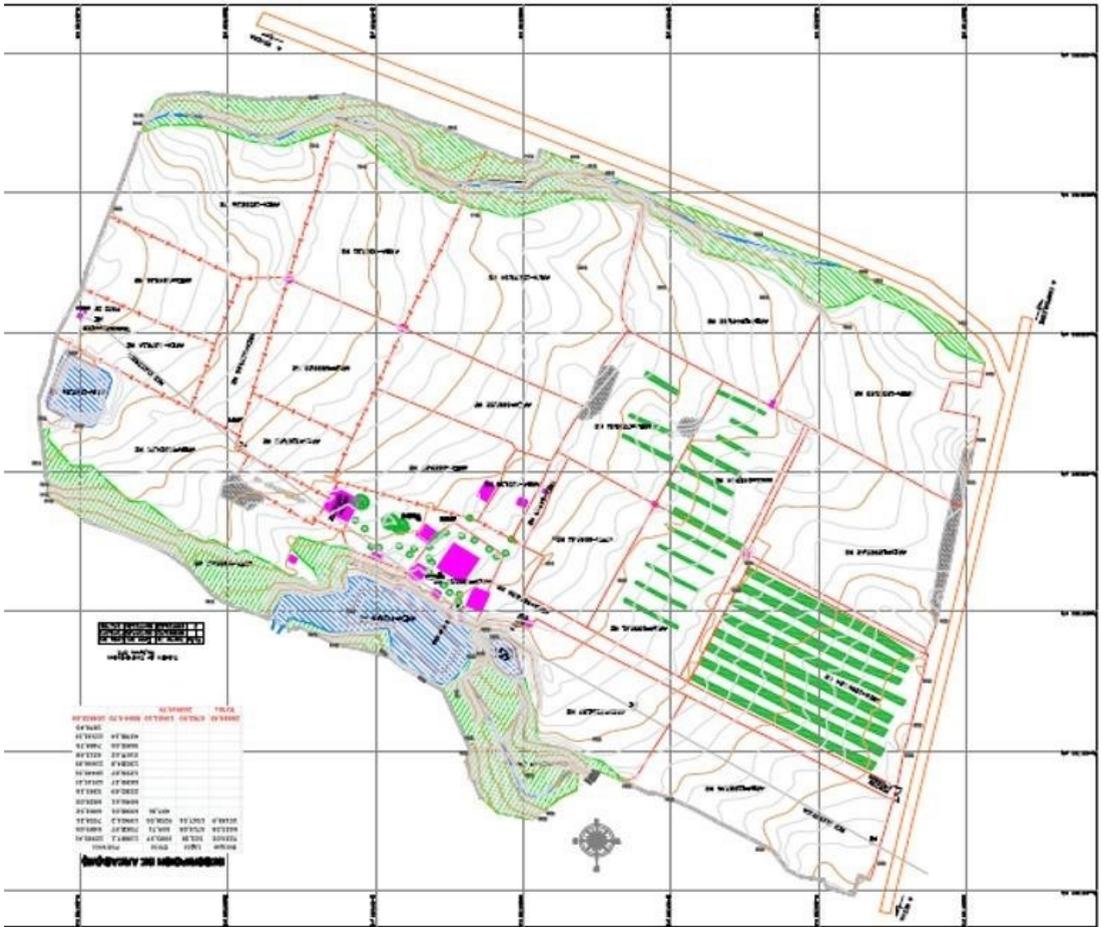


Figura 1: Plano granja experimental rivera CORHUILA.

- **Fase 1: identificación fotográfica**

Esta fase incluye visualización y recopilación fotográfica de las diferentes especies forrajeras, se indicó la frecuencia de aparición y los sitios donde se encontraron. Se tuvo en cuenta la medida de ancho y largo de la hoja, tallo, flor y vaina, si así se requiere. Para medir la altura de los árboles se utilizó un DROM DJI PHANTOM 5.

Es importante decir que no se realizó ningún transecto para la visualización e identificación de las diferentes especies forrajeras debido a que su distribución no es uniforme, ya que los lotes de la finca han sido intervenidos, por medio de la implementación de cultivo de forrajeras aptos para la ganadería, por tal motivo se encontraron frecuencias muy variables de presentación de las especies en campo.

Se tomaron fotos de cada especie (planta completa, hoja, fruto, flor, si encontraba) y también las medidas correspondientes como: altura de la planta, tamaño de la flor y hoja, diámetro al pecho de los troncos de los árboles. Además, se tuvo en cuenta la visualización de detalles particulares, que permitieran reconocer estas forrajeras en campo, el género *Urochloa*, las cuales son muy parecidas entre sí. Algunas fotos quedaron con la medida comparada a una regla, para conocer precisamente sus dimensiones, debido a que, en los libros de forrajeras, casi nunca se encuentra la escala del tamaño real de la misma, siendo muy importante para su identificación en campo.

Esta fase de la investigación se realizó con la colaboración del laboratorio de audiovisuales de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, donde los estudiantes del semillero se capacitaron en fotografía básica.

- **Fase 2: Identificación de forrajeras**

Posterior a la identificación, se recopiló información de las plantas encontradas (nombre común, nombre científico, valor nutricional, condiciones edafoclimáticas ideales para su desarrollo, producción de forraje verde y materia seca). Adicionalmente, fue elaborada una cartilla donde se puede apreciar las características de la planta, para obtener el porcentaje de gramíneas y leguminosas encontrado y su clasificación dependiendo del tipo de crecimiento, permanencia en el cultivo, etc...

- **Fase 3: Socialización de la investigación**

Se realizó una socialización de los resultados con los estudiantes de la región, en el encuentro Regional de semilleros, llevado a cabo en la Universidad Antonio Nariño (UAN), XV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, en la Universidad Cooperativa de Neiva (Huila). También se realizó una ponencia de investigación en el Encuentro de Investigadores de las Ciencias Pecuarias -ENICIP- 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Fase 1: identificación fotográfica**

Al tener la escala de tamaño real, permite diferenciar plantas que sean muy parecidas en las fotos, pero que en la realidad su tamaño es totalmente diferente. Aproximadamente se tomaron 350 fotos y de allí se seleccionaron las mejores.

En cuanto a la frecuencia de aparición de las especies forrajeras, se encontró que fue bastante variable debido a que los potreros ya han sido intervenidos con cultivos como Sistemas Silvopastoriles, Monocultivos de pasturas, maíz forrajero (*Zea maíz*), caña forrajera (*Saccharum officinarum*), Frijol caupí (*Vigna unguiculata*). Por lo tanto la cantidad de plantas para todas las especies fue muy diferente, siendo mayor para las especies del silvopastoreo, como: leucaena (*Leucaena leucocephala*), *Brachiarias* (*Urochloa sp.*), maíz (*Zea maíz*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), también se encontró una gran proporción de pasto colosuana, el cual no fue sembrado, pero invade casi todos los potreros, en su fase de floración, sustentado por lo dicho por Portela et al (2018), donde asegura que se da forma espontánea en las zonas de climas cálidos. Se observaron algunos árboles de igua (*Pseudosamanea guachapele*) etc ... como se muestra en la tabla 1, que corresponde a la ubicación en el mapa de la granja Experimental Rivera - CORHUILA (Figura 1).

Se observó que la *L. leucocephala* se encuentra en una extensión de casi 2 ha, junto con el *U. ruzicensis*, por otro lado, la frecuencia de aparición de otras especies de géneros como *Desmodium*, *Zornia* y *Rinconzia* eran espontaneas, por ser nativas, por lo tanto, su visualización fue poco frecuente y por lo general en un solo sector del potrero y adicional a eso, dependía también del clima, ya que en periodos de sequía, muchas de estas especies no eran visibles. Se puede observar la distribución, en la figura 1 y tabla 2.

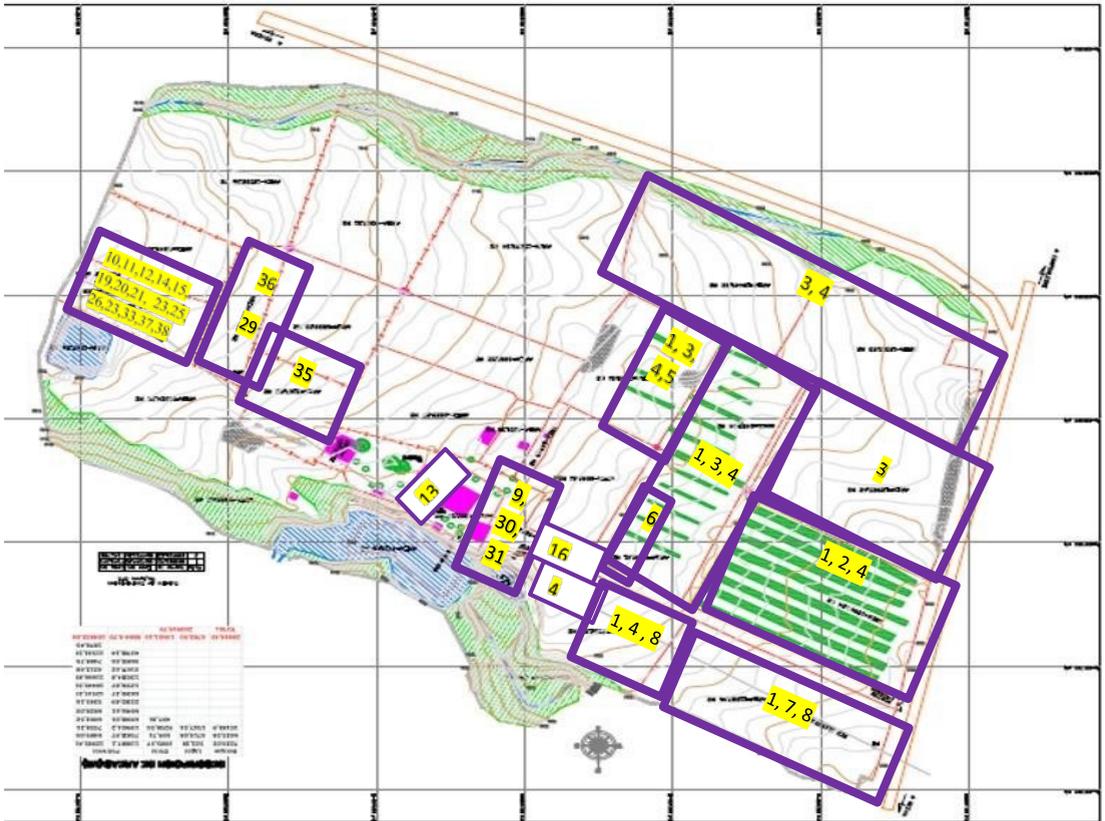


Figura 2. Distribución de las especies encontradas en la granja experimental Rivera – CORHUILA.

Tabla 2. Relación de las plantas encontradas con su ubicación en la Granja Experimental Rivera Corhuila.

Nombre Común	No.	Plantas	Área
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	1		3 ha
Ruziziensis (<i>Urochloa ruziziensis</i>)	2		1 ha
Brizantha (<i>Urochloa brizantha</i>)	3		4 h
Colosuana (<i>Bothriochloa pertusa</i>)	4		Dispersa
Puntero (<i>Hyparrhenia rufa</i>)	5	4	< 100 m2
Guinea (<i>Megathyrsus maximus</i>)	6		250 m2
Decumbens (<i>Urochloa decumbens</i>)	7		1000m2
Cuba (<i>Pennisetum purpureum</i>)	8		0,5 ha
Orejero (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	9	3	100 m2
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	10	10	50 m2
Botón De Oro (<i>Titonia diversifolia</i>)	11	45	50 m2
Guacimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	12	25	50 m2
Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	13	2	50 m2
Bore (<i>Alocasia macrorrhiza</i>)	14	20	50 m2
Ramio (<i>Boheremia nívea</i>)	15	50	
Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	16	15	
Matarraton (<i>Giricidia sepium</i>)	17	7	
Cratylia (<i>Cratylia argétea</i>)	18	1	
Cachimbo (<i>Erythrina poeppigiana</i>)	19	1	
Maní Forrajero (<i>Arachis pintoi</i>)	20		100m2
Centrosema (<i>Centrosema macrocarpum</i>)	21		50 m2
Zornia (<i>Zornia ssp</i>)	23	2	
Pega Pega (<i>Desmodium spp</i>)	24	200	Disperso
Rinconsia	25	1	
Estilosantes (<i>Stylosantes spp.</i>)	26	3	
Desmodium spp	27	20	
Desmodium microfolium	28		10 m2
Cauoi (<i>Frijol caupi</i>)	29		1 ha
Acacia Roja (<i>Delonix regia</i>)	30	1	
Vainillo (<i>Senna spectabilis</i>)	31	2	
Samán (<i>Samanea saman</i>)	32	13	
Igua (<i>Albizia guachapele</i>)	33	20	
Gualanday (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)	34	2	
Caña (<i>Sacharum officinarum</i>)	35		0.5 ha
Maíz (<i>Zea maíz</i>)	36		1.5ha
Carimagua (<i>Andropogon gayanus</i>)	37		50 m2
Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>)	38		10 m2

Se encontraron árboles tan grandes que ocupaban mucho espacio, como los tres arboles de orejero, frente a la casa, que tienen más de 50 años, solo están esos tres ejemplares, dan sombra a un área de 2000 m². Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología de transectos no habría funcionado para cumplir los objetivos de esta investigación.

En cuanto a las medidas encontradas en las diferentes especies de gramíneas, se pudo observar una gran variedad de tamaños de plantas, desde los 10 cm hasta 2m y de 50 cm a 30 metros entre las leguminosas (Tabla 3).

El pasto con mayor distribución es el colosuana, con un ancho de la hoja de 0,56 cm en promedio, largo de 16,4 cm, altura de la planta de 47,96 cm, lo que difiere de los reportes de Portela et al (2018), quienes afirma que la altura máxima encontrada en una comparación de fertilizantes fue de 21, 6 cm para el abono orgánico. También difiere con lo encontrado por Piñeros et al (2011), con una altura de 30,18 cm en monocultivo y 20,6 cm de altura en potreros de sistemas silvopastoriles asociados con leucaena, se atribuye las diferencias de altura a la radiación solar expuesta en Rivera (Huila), y al monocultivo, en una altura mayor que en silvopastoreo. (Piñeros et al, 2011)

En el presente estudio, se evidencio que el largo de la hoja para la *Urochloa brizantha* fue en media de 42.5 cm, lo que difiere con Villalobos y Montiel (2015), quienes indican que largo de la hoja de la *Urochloa brizantha* pueden alcanzar un largo de 75 cm de largo en algunos cultivares. Lo que indica que el largo de la hoja varía dependiendo de la edad de la planta y el tipo de suelo donde se cultiva.

TABLA 3. medidas encontradas las hojas de las gramíneas de la granja experimental rivera CORHUILA

ESPECIE (NOMBRE COMUN)	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	No. ESPIGAS	LARGO ESPIGUILLA (CM)	ALTURA PLANTA (CM)
Colosuana	0,568	16,4	0,68	5,612	47,96
<i>Urochloa ruziziensis</i>	1,632	33,8	3,56	6,736	59,24
Guinea	3,16	87	18,32	NR	109,32
Toledo	2,16	62,1	NR	NR	73,84
Caña de azúcar	11,71	263,43	NR	NR	NR
<i>Urochloa brizantha</i>	2,0	42,5	NR	NR	98,92
<i>Urochloa decumbens</i>	0.5	26	NR	NR	146
Cuba 22	3,5	70	NR	NR	150
Puntero	0,6	36	12	4.2	175

NR: no presentaban estas características a la hora del estudio.

El ancho de la hoja de *Urochloa brizantha* presentó una media de 2 cm, coincidiendo con el valor reportado por Villalobos y Montiel (2015), quienes afirman que esta medida se relaciona directamente con la capacidad fotosintética de las plantas; los cultivares *Urochloa decumbens* cv. Basilisk y *Urochloa brizantha* cv. Marandú fueron los que mostraron un ancho superior a 2 cm en las hojas. Se pudo determinar diferencias entre las especies del género *Urochloa*, como vellosidades encontradas en el pasto ruziziensis, las cuales son muy abundantes por el envés y el haz de la hoja, lo que le da una textura muy suave al tacto, característica que los diferencia de las otras *Urochloa*, como la brizantha, que tiene vellosidades solo por el haz de la hoja. La *Urochloa decumbens* tiene una contextura más áspera que las dos anteriores y presenta pocas vellosidades en ambos lados de la hoja, pero más tosca y en menos cantidad que la *Urochloa ruziziensis*. Villalobos y Montiel (2015), Indican que para las especies Piatá, Diamantes y Basilisk de *Urochloa brizantha* presentaron pubescencia en sus hojas, el resto de cultivares mostraron hojas glabras, algunas de ellas llegando a ser ásperas. Los entrenudos del *Urochloa decumbens* son de color verde y glabros a comparación del *Urochloa brizantha* que son de color morado y glabros (Olivera et al, 2006).

Las espigas suelen ser muy parecidas en todas las especies del género de las *Urochloa*, pero al momento del estudio sólo se pudieron observar las espigas del *Urochloa ruzizensis*, las otras especies como el *Urochloa brizantha* y *Urochloa decumbens* no las presentaron. En general se puede decir que las espiguillas de *U. brizantha* son más largas, solo 2 por tallo floral y con semillas más grandes que las de *ruzizensis* y *decumbens*, pero el pasto *Ruzizensis* posee de 5 hasta 7 espiguillas por tallo floral según Olivera, Machado y Pozo (2006) la inflorescencia del pasto *Urochloa ruzizensis*, en forma de panícula racimosa de color verde a morada, puede llegar a presentar de 3- 6 racimos, mientras que el *B. decumbens* tiene una inflorescencia con forma de panícula racimos, formada por 2-5 racimos.

Se encontraron especies como el puntero (*Hiparrhenia rufa*) y carimagua (*Andropogon gayanus*), pero al momento del estudio estaban recién pastoreadas, las cuales son especies muy parecidas que se diferencian por que el ancho de la hoja aproximadamente de 2 cm y las vellosidades que presenta el pasto carimagua, por otro lado, el puntero presenta hojas más delgadas, son glabras, con la lígula morada con vellosidades. Los tamaños promedios encontrados en cuanto a la planta del pasto puntero fueron: 1.75m de altura, sus hojas tienen un largo de 36 cm y ancho de 0.6 cm. en cuanto a su inflorescencia cuenta con 12 espigas por tallo floral y 4.2 cm es el largo de su tallo floral, lo que coincide con Lemus y Lemus (2004), quien afirma que el pasto puntero (*Hiparrhenia rufa*) puede llegar alcanzar una altura de 2 m, los tallos glabros de color verde (pálido), las hojas tienen una longitud de 35-70 cm y 0,7-1,0 cm de ancho.

En las leguminosas se encontraron tamaños muy variados desde 50 cm (Herbáceas) hasta 10 a 30 metros (arbóreas). En general se pudo determinar la presencia de 3 árboles de orejero de 30 metros de alto aproximadamente, árboles de samán (*Samanea samán*), iguá (*Albizia guachapele*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), y matorratón (*Gliricidia sepium*). Sus medidas pueden ser consultadas en la tabla 4.

En relación con la forma de la hoja, los resultados fueron variados. La mayoría de las hojas eran compuestas, paripinadas o imparipinadas, para los árboles de leguminosas, con excepción del Payandé (*Pithecellobium dulce*), el cual tiene hojas tetrafoliarias.

Tabla 4. Promedio de medidas de algunas leguminosas arbóreas encontradas en la granja experimental Rivera Corhuila

Especie		Iguá (Albizia guachapele)	Orejero (Enterolobium cyclocarpum)	Vainillo Senna (Senna spectabilis)	Matarraton (Gliricidia sepium)	Leucaena (Leucaena leucocephala)
Parte planta	medida					
Hoja	Largo	21	16	27	21	19
	Ancho	30	24	11	9	12
Foliolos	Largo	12	8	2,6	5	8
Foliolillos	Largo	1,9	1,4	NR	NR	NR
	Ancho	3,4	0,3	NR	NR	NR
Vaina	Largo	NR	5	NR	NR	17
	Ancho	NR	6,6	NR	NR	2
Semilla	Número	NR	9	NR	NR	NR
	Largo	NR	1,4	NR	NR	0,1
	Ancho	NR	0,9	NR	NR	0,08

NR: no reportaron medidas.

Se encontró un gran parecido entre el Iguá (*Albizia guachapele*) presenta hojas bipinnadas de color verde claro, con ápice redondeado y las hojas del samán (*Samanea saman*), compuestas bipinnadas con foliolillos, con ápice redondeado mucronado, pero se diferencian por la textura de los foliolos, ya que el Iguá tiene muchas vellosidades suaves, semejante a la gamuza, y las del samán son glabras, pero el tamaño es muy parecido; otra diferencia notable es la bifurcación del tallo, siendo la del samán más alta que la del Iguá.

Otra planta que en ocasiones suele ser confundida con el samán (*Samanea saman*), es el matarratón (*Gliricidia sepium*), el cual se diferencia por el tamaño del árbol y la forma de la hoja, imparipinada, con ápice agudo terminan en punta.

Por otro lado, el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), de la familia de las Malvaceas, de hoja simple aserrada, con un color verde por el haz y con visos de color café por el envés; es de fácil reconocimiento en campo por la forma desordenada de las ramas y por su fruto en forma de mórula, de color café oscuro cuando está maduro.

- **Fase 2: Identificación de forrajeras**

Se identificaron 39 especies forrajeras en la granja experimental Rivera CORHUILA, con un mayor número de leguminosas, correspondiente a un 51.28%, seguida por las gramíneas, con un 30.95% y finalmente otras familias con un 17.95%, donde se incluyen las familias: Malvaceae, Asteraceae, Moringaceae, Euphorbiaceae, Araceae, Urticaceae y Meliaceae, como se puede observar en la tabla 5 y Figura 3.

Tabla 5. Familias de forrajeras encontradas en la Granja Experimental Rivera – CORHUILA

Familia	No. Especies	Porcentaje (%)
Leguminosas	20	51.28
Gramíneas	12	30.77
Otras familias	7	17.95
Total	39	100

La cantidad de forrajeras encontradas coincide con las halladas por Cárdenas et al (2011), quienes hallaron gran cantidad de leguminosas, sustentando la afirmación realizada por Estrada (2007): “debido a su posición geoespacial, localizándose en la zona ecuatorial, América Latina cuenta con más de 5000 especies de leguminosas forrajeras, pero solo un pequeño porcentaje es utilizado como tal”. A continuación, se relacionan las familias de forrajeras encontradas en dicho predio. (Figura 3):

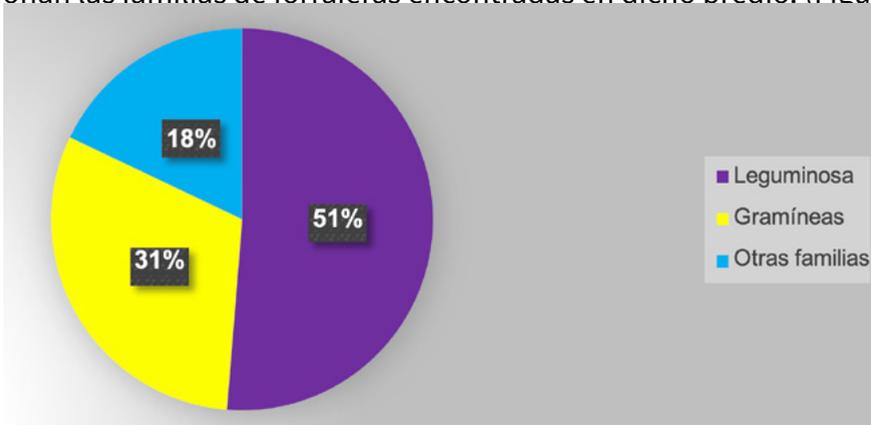


Figura 1. Porcentaje de familias de forrajeras en la granja EXPERIMENTAL RIVERA - CORHUILA. Aunque estas forrajeras fueron traídas a América Latina hace más de 100 años, son consideradas pastos naturalizados y entre estos, existen varios que han sido mejorados genéticamente, siendo tolerantes a pH bajos y condiciones de poca fertilidad, para poder tener sistemas de producción ganadera mucho más rentables, debido a que sus características de producción y nutricionales los hacen mucho más usados por este gremio en general.

En cuanto a las familias de forrajeras encontradas en el presente estudio son desglosadas en géneros y especies, teniendo en cuenta el respectivo reconocimiento en campo, donde se determinó su tipo de crecimiento, y las características morfológicas de cada una (tabla 6).

Tabla 6. Especies forrajeras encontradas en la Granja experimental Rivera – CORHUILA

Nombre Común	Familia	Subfamilia	Nombre científico
Yuca	Euphorbiaceae		<i>Manihot sculenta</i>
Botón De Oro	Asteraceae		<i>Tithonia diversifolia</i>
Guácimo	Malvaceae		<i>Guazuma umnifolia</i>
Moringa	Moringaceae		<i>Moringa oleífera</i>
Bore	Araceae		<i>Alocasia macrorrhiza</i>
Ramio	Urticaeae		<i>Bohemeria nívea</i>
Neem	Meliaceae		<i>Azadirachta indica</i>
Matarraton	Leguminoseae ó Fabaceae	Papilionaceae	<i>Gliricidia sepium</i>
Cratylia			<i>Cratylia argénteá</i>
Cachimbo			<i>Eritrina edulis</i>
Mani Forrajero			<i>Arachis pintoí</i>
Centrosema			<i>Censtrosema pubecens</i>
Zornia			<i>Zornia reticulata</i>
Pega Pega			<i>Desmodium ascendents</i>
Rinconsia			<i>Rinconsia minima</i>
Estilosantes			<i>Stylosantes sp.</i>
Desmodium			<i>Desmodium incanum</i>
Desmodium			<i>Desmodium ovalifolium</i>
Frijol Caupi			<i>Vigna unguiculata</i>
Acasia Roja			<i>Delonix regia</i>
Vainillo		Cesalpinaceae	<i>Senna espectabilis</i>

Saman			<i>Samanea saman</i>
Igua		Mimosaceae	<i>Pseudosamanea guachapelle</i>
Leucaena			<i>Leucaena leucocephala</i>
Gualanday			<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Orejero			<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Caña	Gramíneas o Poaceas		<i>Sacharum officinarum</i>
Maíz			<i>Zea maíz</i>
Colosuana			<i>Brothriochloa pertusa</i>
Guinea			<i>Panicum maximun</i>
Carimagua			<i>Andropogon gayanus</i>
Puntero			<i>Hyparrenia rufa</i>
Bermuda			<i>Cynodon dactylon</i>
Brizantha			<i>Urochloa brizantha</i>
Ruziciensis			<i>Urochloa ruziciensis</i>
Decumbens			<i>Urochloa decumbens</i>
Cuba			<i>Penisetum sp.</i>

De estas especies se observa que el origen de la mayoría de plantas forrajeras es nativo, coincidiendo con la mayoría de especies de leguminosas encontradas, con un 51.28%, seguido con las originarias de África, con un 28.21%, que incluyen todas las especies de gramíneas y el frijol caupí (*V. unguiculata*), el 12, 82% corresponde a 3 especies de la familia de las leguminosas, una de la familia euphorbiaceae y una especie de gramíneas, como son Mataraton (*G. sepium*), leucaena (*L. leucocephala*), *Cratylia* (*C. argétea*), Yuca (*Manihot sculenta*) y Maiz (*Z. maíz*), respectivamente. También se observan especies proveniente de India y China, con un 7, 68%, con especies como Moringa, Neem y Ramio. (Tabla 7 y Figura 4)

Tabla 7. Origen de diferentes gramíneas encontradas en la granja experimental Rivera Corhuila.

Origen	Porcentaje	
Nativo	20	51,28
África	11	28,21
Centro América	5	12,82
India	2	5,13
China	1	2,56
Total	39	100

Cabe resaltar, que históricamente las especies de la familia de las gramíneas que se usan en producción animal en América latina son originarias de África, teniendo en cuenta sus propiedades nutricionales y las características climáticas parecidas entre las zonas ecuatoriales de los dos continentes, donde se incluye Colombia.

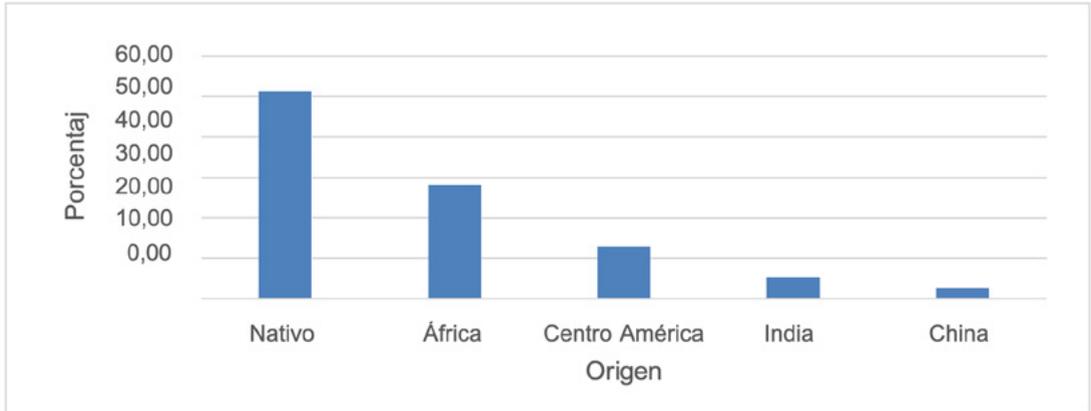


Figura 2. Origen de diferentes gramíneas encontradas en la granja experimental Rivera Corhuila

En cuanto a las leguminosas nativas, se ratifica lo dicho anteriormente, donde se expresa que existe una gran cantidad de especies de leguminosas nativas, y que coincide con la biodiversidad de Colombia, considerado el segundo país con más biodiverso del mundo.

Los hábitos de crecimiento se refieren a la altura de la planta, se catalogan como arbustivo, arbóreo y herbáceo, siendo los dos primeros de porte erecto y leñoso, con una altura entre 1 y 3 m, para los árboles se considera que esta medida se encuentra en el rango de 3 a 10 m. En este caso, se encontraron los siguientes valores. (Tabla 8 y Figura 5).

Tabla 8. Número de especies según su hábito de crecimiento encontradas en la granja experimental Rivera Corhuila.

Hábito de crecimiento		
Arboles	12	30,7
Arbustos	4	10,25
Herbáceas	23	58,9
Total	39	100

El crecimiento herbáceo se considera mucho más bajo, de 0 a 1 metro de altura y también pueden ser enredaderas y algunas tienen las características de formar colchones, es decir, se entrelazan entre los tallos de estas plantas, formando una espesa capa verde, por lo que se pueden considerar en muchas ocasiones como abono verde, como es el caso del maní forrajero (*A. pintoi*), centrosema (*Centrosema ssp.*). En este trabajo se encontraron los siguientes porcentajes de hábitos de crecimiento: arbóreo 30.77%, arbustos 10.26% y herbáceas 58.98%.

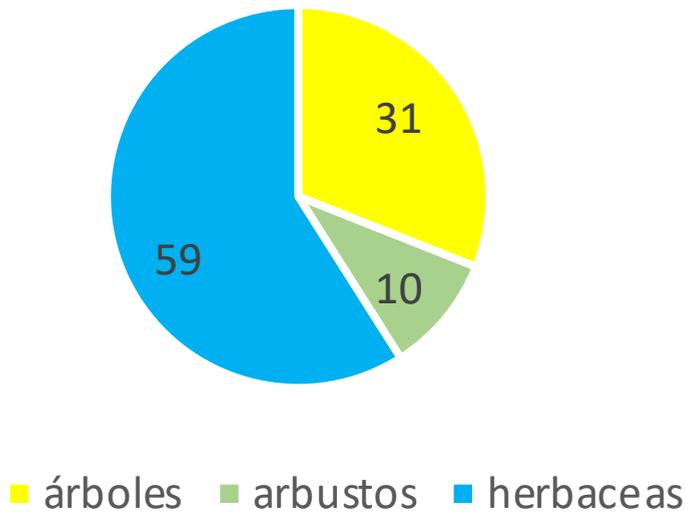


Figura 3. Número de especies según su hábito de crecimiento encontradas en la GRANJA EXPERIMENTAL RIVERA CORHUILA.

En cuanto a los valores nutricionales encontrados en la literatura, dependen mucho del tipo de familia y especie encontrada. Por lo tanto, se puede decir que la mayoría de las especies leguminosas poseen un alto contenido de proteína, del 14 al 28 %, aproximadamente, con un promedio del 20 %, siendo mucho más abundante en la especie *Leucaena leucocephala*. En la granja experimental de la CORHUILA existen antecedentes de estudios bromatológicos que reportaron concentraciones de PB del 27%. Este valor al ser comparado con la literatura está dentro del rango, acercándose al límite superior; No obstante, Villaquiran y Lansano (1986. p.72) reportan valores menores de proteína para esta especie: 12-25% de proteína cruda,

en suelos con PH 5,5 – 8,5; con buen drenaje y manejada con fertilización media. Otra leguminosa encontrada en la granja experimental es el *Stylosantes* sp. (Villaquiran y Lansano, 1986) reportan en esta especie 12.5 % de PB, valor que es superior al reportado por Pererts et al (2011) de 8 – 10% en suelos con pH de 3,5 – 6,7 con buen drenaje y baja fertilidad.

Entre las leguminosas encontradas, según la literatura, la que posee menor concentración de Proteína Bruta (PB) es el pega pega (*Desmodium trifolium*) con 4,8%. Según el NRC ganado de carne (1991), los rumiantes requieren como mínimo para su normal desarrollo y desempeño 9% de PB. Basados en esta información podemos afirmar que la granja experimental de la CORHUILA cuenta con especies forrajeras que garantizan este aporte mínimo de PB a su rebaño bovino. Es indispensable ofrecer una buena calidad y cantidad de nutrientes para todos los procesos fisiológicos y productivos, lo que va ligado a las ganancias económicas del productor. En la bibliografía consultada para el desarrollo de esta investigación, se encontraron pocos reportes sobre el aporte de energía metabolizable de estas forrajeras. Entre los datos encontrados podemos citar a (Rojas, 2007. p. 90) quién reporta valores de 3.455 Mcal/kg en el matarraton (*Gliricidia sepium*) y de 2,51 mc cal/kg en el maní forrajero (*Arachis pintoi*). Otros valores encontrados pueden ser observados en la tabla 9.

TABLA 9. Valor nutricional (revisión bibliográfica) de leguminosas encontradas en la GRANJA EXPERIMENTAL RIVERA – CORHUILA.

Nombre Común	Nombre científico	MS %	% PB	% FDN	% FDA	ENERGIA (Mcal/kg)	CA %	P %
Pega Pega, Amor seco, Empanaditas, Cadillo.	<i>Desmodium ascendens.</i>	NR	4.8	68,87-69,92	39.39-42,42	NR	NR	NR
Matarraton	<i>Gliricidia sepium</i>	15	20-23	24,6-29,8	17-17,9	3455	1.38	0,21
Vainillo	<i>Senna Spectabilis</i>	31,3	28,1	55,1	39,4	NR	NR	NR
Leucaena, Acacia, Bella Rosa	<i>Leucaena leucocephala</i>	19-31%	12-25		20.4	670.0	0,21-1,18	0,14-0.40
Ramio, Ortiga Blanca	<i>Bohemia nivea</i>	12,32	15,77	47,87	39,3	3664.6 – 1472.0	NR	NR
Igua	<i>Pseudosamanea Guachapal</i>	41,3	20,1	NR	NR	NR	NR	NR
Mani Forrajero	<i>Arachis pintoi</i>		18-21	42,68	41	2,51	1,05	0,8

Acasia Roja	Delomix regia	57,9	11,99	NR	NR	NR	NR	NR
Cratilia	Cratylia Argéntea	30,1	18-30	NR	NR	NR	NR	NR
Zornia	Zornia reticulata	64,5	17,9	34,7	34,3	NR	NR	NR
Centrosema	Censtrosema Pubecens		25,1	46,1	39	NR	NR	NR
Stylosanvtes Spp	Stylosantes sp.	30	25,9	77,4	56,5	NR	NR	NR

Fuentes: Petrers et al., 2011; Estrada, 2002; Duran, 2009; Villaquiran y Lascano, 1986; y Rojas, 2007.

En el caso de las gramíneas se encontraron valores bajos de proteína, ya que son forrajes mucho más fibrosos (Tabla 10), y son afectados directamente por las condiciones edafoclimáticas de la granja, por sus bajas precipitaciones y altas temperaturas. El valor nutricional encontrado es menor al reportado por la literatura, en el caso de la *Urochloa brizantha* se encuentra en valor 7-14% de PC en praderas bien manejadas, teniendo suelos con fertilidad media alta y un pH 4,0-8.0 (Peters et al., 2011). Este valor de proteína es superior al reportado en un bromatológico, de este mismo predio, muestreado en el sistema silvopastoril de la finca, asociado con leucaena, correspondiente al 5.5% de PC probablemente esta diferencia está influenciada por las características del suelo como: baja cantidad de Materia Orgánica, gran cantidad de arena y épocas de sequía muy prolongadas.

La caña forrajera (*Sacharum ofiinarum*) en literatura es la de menor valor proteico 3.9%. un valor alto en proteína fue el pasto guinea (*Megathyrus maximus*), 10 – 14 % este seguido del pasto ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*) con un 13% de proteína cruda.

Según Durán (2009), La caña forrajera (*Sacharum ofiinarum*) tienen un valor proteico de 3.9% en el tallo a los 130 días y un 7% en planta completa a los 100 días; igualmente Peters, et al (2011), afirman que esta forrajera es muy palatable, pero su contenido de proteína es bajo encontrándose entre 4 y 7%.

Según Peters et al (2011), el pasto amargo (*Urochloa decumbens*) posee un valor de PC que oscila entre el 8 y 10%. El valor nutricional disminuye con la edad del pasto, hasta un 5% a los 90 días; corroborando con los que dice Durán, (2009) que en prefloración con lluvia se encuentra con un 5,33%, y a sus 35 días con un 11,11%, de proteína cruda

Se encontró que el pasto guinea (*Megathyrus maximus*) alcanza un porcentaje de proteína en floración de 4,71%, en prefloración con lluvia este aumenta a un 14,81% (Durán 2009). Comprobando con (Peters, et al, 2011) que no hay mucha diferencia significativa ya que el valor de “proteína es de 10 -14%, además es una especie resulta en alta productividad animal”. De algunas plantas no se encuentran reportes de estos valores.

Tabla 10. Valor nutricional de gramíneas encontradas en la GRANJA EXPERIMENTAL RIVERA – CORHUILA.

Nombre científico	MS %	% PB	FDN%	% FDA	EM (Mcal/kg)	Ca%	P%
<i>Bothriochloa pertusa</i>	48,13	3,7-8	62,6	51,53	1,31		
<i>Urochoa brizantha</i>	64,21	12	64,4	45,77	1,04-1,70	0,19-0,46	0,08-0,22
<i>Urochoa ruziziensis</i>		13	47,46	29,06-5,14	1,51-1,76	0,19-0,35	0,08-0,19
<i>Urochoa decumbens</i>	31,33	10	53,4	25,8	1,34-1,90	0,23-0,40	0,15-0,19
<i>Megathyrus maximun</i>	21	10-14	68,45	44,84	8,37	0,62	0,13
<i>Andropogon gayanus</i>	54,91	4,71	73,46	47,12	1,13	0,62	0,13
<i>Hyparrhenia rufa</i>	64,55	6,56	55,26	38,88-50,44	1,23-1,68	0,34-0,89	0,15-0,22
<i>Zea mays</i>	51,18	6,8	51,58	32,94-38,08	1,85-1,98		
<i>Sacharum ofiinarum</i>	44,56	3,94	56,3	38,86-43,20	1,12-1,47	0,10-0,20	0,26
<i>Cynodon dactylon</i>	44,56	5,25	70,06	41,28	0,96	0,22	0,15

Fuentes: Peters et al, 2011; Duran, 2009; Ortega et al, 2015; Rincón y Ligarreto 2008; Portela et al, 2018

El pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) tienen un porcentaje de FDN 70,06% a los 120 días con un manejo de fertilización a base de nitrógeno, se recomienda aplicar 50gk de nitrógeno/ha (100kg de urea), cuarenta días después de ser plantado, acompañado de riego y a los 15-20 días otros 50kg de nitrógeno (Duran 2009).

El pasto Toledo (*Urochloa brizantha*) Según Ortega et al (2015), tiene un porcentaje 70.78% de FDN, valor superior al reportado por Rincón y Ligarreto (2008), de 58,4%; valor de FDN que es mantenido estadísticamente igual a los 14, 28 y 42 días.

El pasto amargo (*Urochloa decumbens*), según Rincón y Ligarreto (2008), tiene un porcentaje de FDN del 53.4%, el cual se mantiene constante desde los 14 a los 28 días, valor menor al reportado por Duran (2009), de 68.87% en pre floración en épocas de lluvias y 65,84% para las épocas de sequía.

El valor como Para la fibra cruda (FC) como valor tal, no fueron tenidos en cuenta ya que no son de mucha utilidad en lo que tiene que ver con nutrición de rumiantes, por no especificar los valores de porcentajes para celulosa, hemicelulosa y lignina, para lo cual, si funciona muy bien los análisis de FDN y FDA, obtenidos a partir de la metodología de Van Soest (1994). El pasto guinea (*Megathyrus maximus*) según Ortega et al (2015), tiene un valor de FDN que corresponde al 68,45%, estadísticamente más alto que el reportado para el pasto Mulato, con el 66,32% de FDN. Por otro lado, Duran (2009), afirma que el porcentaje de FDA para este mismo pasto es del 73,46%.

Según Ortega et al. (2015), no existen diferencias significativas para los valores de FDA para los pastos Toledo y guinea, con valores de 47,77% para el Toledo (*U. brizantha*) contiene 47.77% y de 44,84% de FDA para el pasto guinea (*Megathyrus maximus*) 43.08% para las épocas de lluvia, muy similar a lo que encontró Durán (2009), quien afirma que el valor de FDA para el guinea (*Megathyrus maximus*) es de 43,08% en promedio en prefloración con lluvia. Existe un reporte que el pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*) propuesta por Durán (2009), donde puede alcanzar un porcentaje de 54,44% de FDA en la floración -

Las especies como caña forrajera (*Sacharum ofiinarum*) y bermuda (*Cynodon dactylon*) presentan valore de FDN Y FDA de 43,20 y 38,86% para el pasto guinea, a los 100 y 130 días y para el pasto bermuda un 41,28% a los 120 días. (Durán, 2009). El mismo autor reporta para el pasto carimagua (*Andropogon gayanus*) 46,95% de FDA, en floración. Por lo anterior se puede asegurar que la mayoría de los pastos de clima cálido no son de muy buena calidad, ubicándose en la clasificación de Tercera y Quinta, por los niveles de FDA superiores al 41 y 45%, según la clasificación de American Forage and Grassland Council, citado por Calsamiglia (1997).

- **Fase 3: Socialización de la investigación**

Esta investigación fue socializada en el “XVI Encuentro Departamental de Semilleros De Investigación Red COLSI Nodo Huila - 2018, como proyecto en curso, por los estudiantes a cargo del proyecto: MATHEO MACHADO y CRISTIAM RODRIGUEZ CULMA; con muy buenos resultados y un puntaje de 86.5. También se realizó una ponencia en el “XVII Encuentro Departamental de Semilleros De Investigación Red COLSI Nodo Huila”, como proyecto terminado y otra en el ENICIP 2019.

CONCLUSIONES

El reconocimiento de especies forrajeras es de vital importancia para el productor pecuario ya que existen una gran variedad de especies de crecimiento espontáneo e introducidas que pueden ser aprovechadas para la alimentación animal. Para esto es necesario contar con una herramienta de campo que permita la identificación de las diferentes plantas. De las cuales se necesita, tener en cuenta los detalles más pequeños para poder diferenciar plantas que podrían parecer iguales a simple vista, con el fin de tomar una decisión educada respecto al manejo de las pasturas.

En la zona de bosque seco tropical, donde está ubicada la Granja Experimental Rivera – CORHUILA, se encuentran en su mayoría plantas nativas, donde abundan más las leguminosas de porte herbáceo y casi la totalidad de las gramíneas encontradas son de origen africano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J., Febles, G., Ruíz, T.E., Achang, G. (2008) Características bromatológicas de guinea (*Panicum maximum* vc. Likoni) en un sistema silvopastoril con leucaena (*Leucaena leucocephala* vc. Perú). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42 (3); 295-298. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015504013.pdf>
- Argel, P. & Lascano, C. 1998. *Cratylia Argentea*: Una Nueva Leguminosa Arbustiva Para Suelos Ácidos En Zonas Subhúmedas Tropicales. En: Conferencia Electrónica De La FAO: Agroforestería Para La Producción Animal En Latinoamérica. P: 181-194 <https://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Lascan11.PDF>
- Acosta, R, I., Rosales, J., Márquez-Araque, A., & Monsalve, D. (1997). Evaluación energética y digestibilidad del Ramio (*Boehmeria nivea*) en aves. *Revista De La Facultad De Agronomía LUZ*. 14, 517-623. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26152/26778>
- Bernal, J. 2005. *Pastos y Forrajes Tropicales*. Banco ganadero. Colombia
- Clayton, W. D. & S. A. Renvoize, 1986, *Genera Gramineae*. Grasses of the world, New Bulletin Additional Series XIII, London, England, 389 pp
- Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra de dietas de rumiantes. Departamento de patología y producción animal, Universidad autónoma de Barcelona. http://portal.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/UsodeFibraenRumiantes.pdf
- Cárdenas P., Ángel S. y Pérez C. 2011 Evaluación de potenciales forrajeras en la cuenca del río Ceibas como alimento para los bovinos: *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24. (3), P 520.
- Cárdenas P., Ángel S. y Pérez C. 2011. Evaluación Nutricional del Iguá (*Pithecellobium guachapele*) en la alimentación Bovina, en el departamento del Huila. En: *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24 (3), septiembre de 2011. P 521
- Clavero, T. 1998. *Leucaena Leucocephala*. Alternativa Para La Alimentación Animal. Fundación Polar, Universidad Del Zulia-Centro De Transferencia De Tecnología En Pastos Y Forrajes. Caracas, Venezuela. 78 P.

- DANE Departamento Nacional de Estadística. (2016). Tercer censo agropecuario. Tomo 2.
- Dávila Aranda, P. y Sánchez Ken, J. (1996). La importancia de las gramíneas como forraje en México. *Ciencias*, núm. 44, p: 32-34. <https://www.revistacienciasunam.com/images/stories/Articles/44/CNS04410.pdf>
- Duran, RF. Cultivo de pastos y forrajes silvopastoriles – forraje verde hidropónico. Bogotá Colombia, grupo latinoamericano; 2009.
- Elizondo, J., Boschini, C. (2002). Calidad nutricional de la planta de ramio (*Bohemeria nivea* (L) gaud) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 13 (2) 11, 141-145. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v13n02_141.pdf
- Estrada, J. (2002). Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano. Universidad de Caldas. Colombia.
- FAO. (1988). Potentials For Agriculture And Rural Development In Latin America And The Caribbean. Anex II: Rural Poverty. Rome, Italy. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF8981979>
- Giraldo, L. (1997). Potencial de la arbóreo del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente Forrajero en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. P 295-297. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9639/70049786._2000_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Gutiérrez, D., Borjas Rojas, E., Rodríguez Hernández, R., Rodríguez, Z., Stuart, R., & Sarduy, L. (2015). Evaluación de la composición química y degradabilidad ruminal in situ de ensilaje mixto con *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-169: *Moringa oleifera*. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 19(3), 7-16. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83743886002.pdf>
- Insuasty Santacruz, E., Apráez Guerrero, E., & Gálvez Cerón, A. (2018). Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. Retrieved from <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85692.pdf>

- Lemus Alarcón y Lemus Osorio. (2004). Plantas de uso forrajero en el trópico cálido y templado de Colombia. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. Colombia. ISBN 958-97289-2-8.
- Molano, G. (2012). Caracterización nutricional de forrajes tropicales usando espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Tesis maestría. Universidad nacional de Colombia, Palmira – Valle. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20133/7409506.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mejia Cardoza, B., Ramon Lazo, B., & Salinas Castellanos., I. (2009). Determinación Del Valor Nutricional De Leucaena (Leucaena Leucocephala) Cruda, Lavada Y Con Sulfato Ferroso Al 0.5% Y 1% En Raciones Para Pollos De Engorde. Tesis de pregrado. Zootecnia. Universidad De El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1646/1/13100687.pdf>
- Mora Parra, F. E. (2015). Caracterización del Bore (*Alocasia macrorrhiza*) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal. Revista De Investigaciones Agroempresariales - SENA, 1, 95–106. <https://doi.org/10.23850/25004468.313>
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. En: Pastos y Forrajes. 23 (3). <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/940/1540>
- Ortega-Aguirre, C.A., Lemus-Flores, C., Bugarín-Prado, J., Alejo-Santiago, G., Ramos-Quirarte, A., Grageola-Núñez, O., Bonilla-Cárdenas, J.A., (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Urochloa* Y *Panicum*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 18(3), 291-301. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93944043005>
- Olivera, Y., Machado, R. y Pozo P.P. (2006). características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Urochloa*. Pastos y forrajes, 29 (1), 13-23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121697001>

- Pezo, D. y Skarpe, C. (2009). ¿Cómo determinar las especies forrajeras que prefieren los animales en una pastura con composición florística compleja? Agroforestería de las Américas. (47), 85-93. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6937/Como_determinar_las_especies.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peters, M, Horacio, F, Schmidt, A y Hincapie, B. (2011). Especies forrajeras multipropósito opcionales para productores del trópico americano. <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2412/1/T%200101%20916%20CD5926%20APROBADO%20VIVIAN%20DAYANNA%20PORTELA%20PEREZ.pdf>
- Piñeros, R., Tobar, V., Mora, J. (2011). Evaluación agronómica y zootécnica del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) en el trópico seco del Tolima. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 4 (1), 36-40. <http://45.71.7.21/bitstream/001/1299/1/RIUT-LB-spa-2011-Evaluaci%C3%B3n%20agron%C3%B3mica%20y%20zoot%C3%A9cnica%20del%20pasto%20Colosoana%20%28Bothriochloa%20pertusa%29%20en%20el%20tr%C3%B3pico%20seco%20del%20Tolima.pdf>
- Portela, V.D., BRITO, A., PIÑEROS, R. y MORA, J. (2018). Respuesta agronómica, productiva y calidad nutricional del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*) bajo diferentes fuentes de fertilización. Tesis de pregrado Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima. Ibagué (Tolima). <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2412/1/T%200101%20916%20CD5926%20APROBADO%20VIVIAN%20DAYANNA%20PORTELA%20PEREZ.pdf>
- Rincon Castillo, A., Ligarreto Moreno, G., & Garay, E. (2008). producción de forraje en los pastos *Urochloa decumbens* cv. amargo y *Urochloa brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín, (1), 4336-4346. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/issue/view/2341/showToc>
- Rincon, C.A. (1999). Insuasty Santacruz, E., Apráez Guerrero, E., & Gálvez Cerón, A. (2018). Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical del norte de Nariño y Sur del Cauca. Agroforestería Neotropical. (3). 37-46. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/320/289>

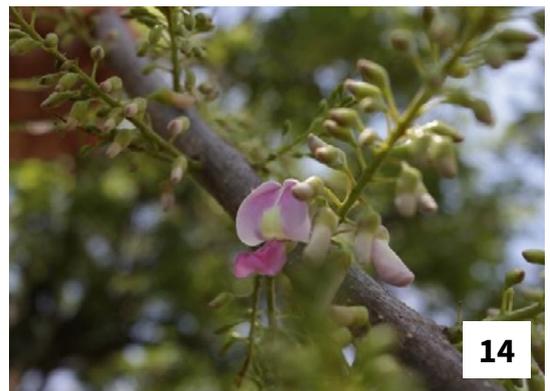
- Rojas Bourrillon, A. (2007). Ventajas y limitaciones para el uso del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en la ganadería tropical. Me morias. http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf
- Romero, J.L. (2015). Inventario de plantas forrajeras de un ecosistema ganadero en condiciones de sequía y salinidad, municipio Calixto García, Holguín, Cuba. Inventarios Biológicos. En: Revista Cubana de Ciencias Biológicas. 4 (1),110 – 114. <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/96/185>
- Sarria, P., Leterme, P., Londoño, A. y Botero, M. (2006). Valor nutricional de algunas forrajeras para la alimentación de monogástricos. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. 115-126. http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-10.pdf [Accessed 12 Dec. 2018].
- Villalobos, L y Montiel M. 2015. características taxonómicas de los pastos *Urochloa* utilizados en Costa rica. *Nutricion animal tropical* 9 (1), 39-56. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/19391/19457>
- Villaquiran, M y Lascano, C. 1986. caracterización nutritiva de *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis* “tardio”, *Stylosanthes macrocephala* y *Zornia brasiliensis*. *Acta agron.* Vol.36 (4) 69 – 79. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/14805-Texto%20del%20art%C3%ADculo-44519-1-10-20100709.pdf>

ANEXOS

Foto No.	Especie	Que se observa
1	Boton de oro (T, divesifolia)	Flor hoja por el haz y el envés
2	Leucaena (L. leucocephala)	Vaina y semillas
3	Bore (A. macrorriza)	Hoja y tallo
4	Igua (A. guachapele)	Flor
5	Boton de oro (T, divesifolia)	Flor, con una abeja
6.	Pasto Ruzzi (U. ruziense)	Tallo
7	Moringa (M. oleifera)	Semillas
8	Orejero (e. ciclocarpum)	Semillas
9	Desmodium (Desmodium spp)	Raíz con rizomas activos
10	Maiz (Z. malz)	Lígula, en el tallo
11	Igua (A. guachapele)	Semillas
12	ternero	
13	Zornia	Hoja, vaina, semilla, flor
14	Matarraton (G. sepium)	Racimo de flores



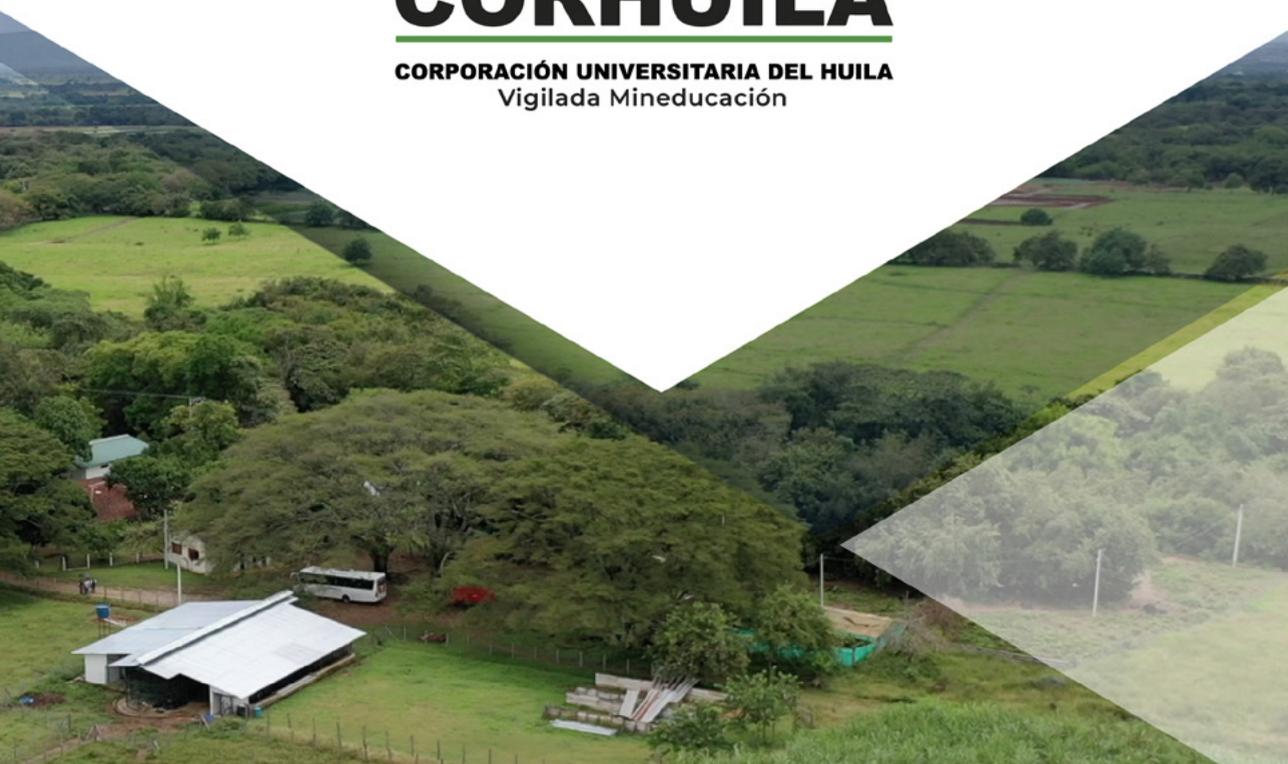






CORHUILA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA
Vigilada Mineducación



CORHUILA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA
Vigilada Mineducación



**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
DEL HUILA - CORHUILA**

"Diseño y prestación de servicios de docencia, investigación y extensión de programas de pregrado"