



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**



Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro
(*Eryngium foetidum* L.) sometidas a poda de tallo floral

Yeily Mar Key Morales

Maracay, junio 2016

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro
(*Eryngium foetidum* L.) sometidas a poda de tallo floral

Tesista: Yeily Mar Key Morales

Tutora: Prof^a Carmen Basso

Trabajo de grado presentado bajo la modalidad de investigación como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo, mención Zootecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela.

Maracay, junio de 2016

Aprobación del Jurado

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del trabajo de grado titulado: "**Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro (*Eryngium foetidum L*) sometidas a poda de tallo floral**", cuya autora es la bachiller Yeily Mar Key Morales, cédula de identidad N° 16.013.917, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo.



Profª Carmen Basso
C.I. V-3.934.787
Tutora



Profª Auris Dámely García M.
CI: V-7.189.984
Jurado Principal



Profª Dinaba Perdoma
CI: V- 7.276.445
Jurado Principal

Dedicatoria

En la vida se consigue, todo lo que nos proponamos, se debe luchar para salir adelante y nunca darse por vencido. Hoy me siento orgullosa y satisfecha de haber logrado este triunfo donde hubo sacrificios dedicación; a pesar de todos los obstáculos que se me presentaron en el transcurso de mis estudios como ingeniera de agronomía nos hemos llenado de gran valor, confianza, tranquilidad, optimismo, seguridad y mucha fe de seguir adelante. En este día tan especial se consume uno de nuestros grandes sacrificios de alegrías, que queremos dedicar este triunfo y a:

- ✓ *A Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría.*
- ✓ *A mi madre, cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de la dulce fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos.*
- ✓ *A mis hermanos, el incondicional abrazo que me motiva y recuerda que detrás de cada detalle existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas.*
- ✓ *A mis familiares, viejos amigos y a quienes recién se sumaron a mi vida para hacerme compañía con sus sonrisas de ánimo, porque a lo largo de este trabajo aprendimos que nuestras diferencias se convierten en riqueza cuando existe respeto y verdadera amistad.*

Agradecimiento

- ✓ *A Dios, por acompañarme cada día, por guiar cada pasó y darme la constancia para lograr cada objetivo que me propongo.*
- ✓ *A ti Mamá, que tienes algo de Dios por la inmensidad de tu amor,y mucho de ángel por ser mi guarda y por tus incansables cuidados. Porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.*
- ✓ *A mi esposo y mi hija, por ese gran amor, confianza, ayuda y paciencia, que sin su granito de arena no lo hubiera hecho realidad son mis grandes estímulos para lograrlo.*
- ✓ *A mis Hermanos, porque juntos aprendimos a vivir,crecimos como cómplices día a día y somos amigos incondicionales de toda la vida,compartiendo triunfos y fracasos.*
- ✓ *A la Universidad Central de Venezuela, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la facultad de Agronomía.*
- ✓ *A mis estimados profesores, que, a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos y sus sabios consejos; especialmente a mi profesora Carmen Basso, quien muy acertadamente, dirigió mi trabajo de grado.*

Tabla de Contenido

	Pág.
Índice de cuadros.....	V
Resumen.....	vi
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
- Objetivo General.....	2
- Objetivos Específicos.....	2
Revisión de literatura.....	3
- Origen y taxonomía del culantro.....	3
- Usos y comercio.....	3
- Descripción botánica.....	4
- Manejo del cultivo.....	5
Materiales y métodos.....	7
- Lugar del estudio.....	7
- Material vegetal.....	8
- Diseño de experimento y tratamientos aplicados.....	8
- Variables evaluadas.....	9
- Análisis de los datos.....	10
Resultados y discusión.....	11
- Inicio de loración.....	11
- Emisión foliar.....	12
- Acumulación de materia fresca y seca en hojas y raíces.....	14
- Número de hojas sanas, área foliar y peso específico de las hojas.....	16
- Contenido de nitrato en hojas.....	17
Conclusiones.....	19
Recomendaciones.....	20
Referencias Bibliográficas.....	20

Índice de Cuadros

N°		Pág.
1	Características del suelo usado en esta investigación.....	8
2	Descripción de los tratamientos aplicados en las plantas de culantro.....	9
3	Inicio de floración en plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.....	11
4	Comportamiento de la emisión foliar durante el desarrollo de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.....	12
5	Comportamiento de la emisión foliar en las plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.....	13
6	Materia fresca y seca de hojas y raíces en plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.....	14
7	Materia fresca y seca de hojas y raíces en plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.....	15
8	Número de hojas sanas, área foliar, área promedio de la hojas y peso específico de las hojas al momento de la cosecha de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.....	16
9	Número de hojas, área foliar y tamaño promedio de hojas en plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.....	17
10	Contenido de nitrato en savia de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.....	18
11	Contenido de nitrato en hojas (frescas y secas) de plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.....	19

Resumen

Un experimento con el fin de evaluar el efecto del nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro (*Eryngium foetidum* L.) sometidas a poda de tallo floral, fue realizado en la Facultad de Agronomía de la UCV, utilizando un diseño de bloques al azar y arreglo factorial con 8 tratamientos. Las plantas fueron fertilizadas con 4 niveles de N en forma de urea (Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%) y sometidas o no a poda del tallo floral. Se evaluaron inicio de floración, emisión foliar, materia fresca y seca de hojas y raíces, área foliar total, área promedio y peso específico de hoja y acumulación de nitratos en hojas. Los resultados indicaron que esta planta no pareciera ser muy exigente en N considerando que a la menor dosis evaluada, en un suelo de contenido medio de materia orgánica, los rendimientos fueron aceptables mientras que dosis altas afectaron de manera negativa la acumulación de materia fresca y seca de las hojas, el área foliar total y el tamaño de las hojas. La poda ocasionó mayor cantidad de hojas y área foliar, resultando hojas más delgadas. Se determinó que la planta de culantro acumula altas cantidades de nitrato, por lo que su consumo debe ser en bajas cantidades.

Palabras clave: cilantro de monte, fertilización nitrogenada, remoción de la inflorescencia.

Introducción

El culantro o cilantro ancho (*Eryngium foetidum* L.) es una hierba aromática, indígena de América Tropical donde es utilizada para condimentar y como planta medicinal. También se encuentra bajo cultivo en el sur de Asia, islas del Pacífico, África Tropical y en las regiones más cálidas del sur de Europa (Paul *et al.*, 2011).

Esta especie es una planta utilizada tradicionalmente como medicina por los indígenas de Centro y Sur América. Se ha señalado su uso para controlar la fiebre, vómito, diarrea, gripe y convulsiones. Las hojas y raíces son hervidas para la neumonía, diabetes y malaria. La raíz se puede comer cruda para mordeduras de escorpiones y en la India lo usan como analgésico para dolor de estómago. De igual forma, se pueden comer las hojas para estimular el apetito (Alvarado *et al.*, 1999).

Otros nombres que recibe esta planta y con los cuales es reconocida en algunas partes del mundo son acopate, recaó, culantro ancho, sacha culantro, culantro coyote, shado beni, fitweed, spiny coriander, long coriander y bilatidhonia (Duke, 2009).

A pesar de su uso, en nuestro país no existen plantaciones comerciales. Esta especie también es utilizada en otras regiones, y se cultiva comercialmente en varios países de América y Asia (Small, 2011). Su manejo se realiza de manera rústica, debido a la falta de tecnología en lo referente a sus prácticas agronómicas, cosecha y poscosecha y por ser un producto nuevo en el mercado internacional, no tiene muchas exigencias de calidad; sin embargo, presenta la limitación de que es difícil mantener la vida útil del producto, puesto que es altamente perecedero (de tres a cuatro días en refrigeración) (Guerra, 1999).

En Venezuela, poco se conoce sobre la producción de esta hierba aromática, aun cuando se puede observar en los mercados populares, siendo solicitada por los consumidores. Por no ser una especie cultivada comercialmente, pocos esfuerzos se han hecho en el área de investigación que incluya el estudio de los factores que afectan su desarrollo, pero por su potencial económico es de gran interés conocer el comportamiento de los materiales locales y su respuesta a diferentes condiciones de manejo; esto podría contribuir a promover su siembra comercial.

Una de las prácticas más importantes para el desarrollo adecuado de las plantas es la suplencia de fertilizantes para lograr mejores cosechas, y es en este sentido, es bien conocido que el nitrógeno (N), es el elemento clave para el crecimiento de las plantas, sin embargo su aplicación debe ser realizada de manera adecuada a fin de evitar la acumulación de nitratos en los órganos que se utilizan en la preparación de alimentos, por ejemplo las hojas de las hortalizas, como es el caso del culantro (Lamsfus *et al.*, 2004). Otra práctica poco conocida es la remoción del tallo floral la cual es realizada por algunos agricultores para mejorar los rendimientos; sobre este tema este tema poco es conocido.

Por lo antes expuesto, y por ser el culantro una especie promisoriosa para Venezuela, en este trabajo se estudiaron los efectos de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.

Objetivos

General

Estudiar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre el desarrollo de plantas de culantro (*Eryngium foetidum* L.) sometidas a poda del tallo floral.

Específicos

- Evaluar el efecto de las dosis de nitrógeno sobre el inicio de floración de plantas de culantro.
- Caracterizar el comportamiento de la emisión foliar en plantas de culantro sometidas a diferentes dosis de nitrógeno y a poda del tallo floral.
- Determinar el efecto de la dosis de nitrógeno y de la poda del tallo floral sobre la acumulación de materia fresca y seca, número de hojas sanas, área foliar y peso específico de las hojas en plantas de culantro.
- Estimar los niveles de nitrato en hojas de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno y sometidas a poda de tallo floral.

Revisión de Literatura

Origen y taxonomía del culantro.

El culantro es originario de América y crece desde México hasta América del Sur. Esta especie fue clasificada por Linneo como *Eryngium foetidum* y pertenece a la familia Apiaceae. El género *Eryngium* tiene alrededor de 200 especies de hierbas perennes, que crecen en terrenos rocosos y en suelos fértiles (Castellón *et al.*, 2000)

Usos y comercio.

Por lo general, esta planta presente en huertos caseros y conucos y se puede encontrar para la venta en algunos mercados populares, comercializándose en pequeños manojos de hojas que incluye al sistema radical en el caso de Venezuela (Vogelsang, 2012). En otros países las hojas se cortan a ras del suelo, se eliminan las inflorescencias, hojas dañadas y aquellas que no clasifican con la medida de exportación (20,5 cm) (Guerra, 1999).

El culantro es cultivado de manera comercial y organizada en Puerto Rico, República Dominicana, Cuba y otras islas de las Antillas, así como en América Central, México y Brasil. Otros países productores son Tailandia, Vietnam, Bangladesh y la India. La mayoría de los productores de culantro en el mundo siembran áreas pequeñas y casi toda la producción se consume localmente, mientras que cantidades pequeñas se exportan a países cercanos. Una excepción es Costa Rica, que exporta la mayor parte del culantro que produce.

Estados Unidos, Canadá, Japón, Australia y varios países de Europa son consumidores pero producen poco culantro comercialmente e importan culantro fresco y procesado de países del área del Caribe o de Asia, para satisfacer la creciente demanda de inmigrantes asiáticos, caribeños y latinoamericanos (Morales-Payán *et al.*, 2013). Hoy día existe, la Norma Regional del Codex Alimentarius para el culantro fresco destinada a proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de este producto (Codex Stan 304R, 2011).

Esta planta es utilizada como especia en la preparación de alimentos y también es empleada en la medicina popular como febrífuga, emenagogo, aperitivo, antiescorbútico, antirreumático,

antiséptico, antiemético, carminativo y en el tratamiento de la gripe, dolor de cabeza, hemorragias, dolor de estómago, convulsiones, diarreas, malaria, tos y espasmos (Fuentes *et al.*, 1996). Otra de las utilidades de esta planta es su poder antioxidante. Jaramillo *et al.* (2011) evaluaron la composición química de sus aceites esenciales demostrando una que estos aceites esenciales, además de impartir a la planta su fuerte aroma, poseen una capacidad antioxidante alta; esto lo hace una fuente importante de antioxidantes naturales.

Descripción botánica.

El culantro es una planta herbácea perenne que posee la particularidad de producir aceites esenciales en todas sus partes. Las raíces son gruesas y se extienden generalmente a menos de 31 cm de distancia del tallo, el cual es muy corto durante la etapa de crecimiento vegetativo de la planta, pero llega a 61 cm de alto en la etapa de producción de flores y semillas. Las hojas aparecen formando una roseta alrededor de la base del tallo; son alargadas, generalmente entre 13 a 31 cm de largo y unos 25 cm de ancho, con los bordes aserrados. En su etapa adulta la planta presenta de siete a diez hojas. El inicio de la floración ocurre aproximadamente a los 3 meses después de la siembra, siendo más tempranas las que crecen a pleno sol o las que crecen en días largos y cálidos (verano), mientras que son más tardías las que se desarrollan con 60-70% de sombra. (Morales *et al.*, 2013).

Las flores son pequeñas y blancuzcas, y salen agrupadas en las puntas de ramas del tallo, sobre estructuras en forma de cabezuelas o cilindros de hasta 1,3 cm de largo y 0,5 cm de diámetro. Las semillas son muy pequeñas y livianas, de color pardo cuando están maduras. Se señala que esta especie crece naturalmente bajo sombra, en suelos húmedos y pesados cerca de áreas cultivadas, pero en general, se adapta muy bien a condiciones de alta temperatura, precipitación y humedad relativa (Guerra, 1999; Seaforth y Tikasingh, 2008).

Esta especie en cultivo tiene un ciclo de vida de 6 a 7 meses y posee la peculiaridad de florecer como una planta perenne, pudiéndose cosechar hojas cada 3 meses hasta por un periodo de 2 años (Guerra, 1999). Se reproduce principalmente por semillas, sin embargo, otra forma de propagación, que ha sido sujeto de mayor investigación es la regeneración de plantas a partir de otros tejidos (Ignacimuthu, *et al.*, 1999; Mohamed-Yasseen, 2002; Martin, 2005; Gayatriet *al.*, 2006); hasta ahora estos métodos no son usados comercialmente.

Manejo del cultivo.

El cultivo del culantro ha sido poco estudiado. Con relación a su manejo Shavandiet *et al.* (2012) señalan que existen grandes variaciones en el rendimiento y composición de los aceites de las hojas debido a diferencias a factores de clima, origen geográfico, edad de la planta y condiciones de crecimiento, e incluso en diferentes métodos de procesamiento y análisis usados por los investigadores.

Morales (1995) señala que el óptimo crecimiento de esta especie se logra a temperaturas entre 15 y 30°C; además indica que un buen contenido de humedad en el suelo permite lograr altos rendimientos, ya que la sequía reduce la cantidad de hojas. Por su parte, Alvarado *et al.* (1999) indicaron que cuando la luz solar incide directamente sobre el cultivo, éste tiende a producir hojas más cortas y a florecer más rápido, condición que se ve favorecida con un 73% de sombra, logrando duplicar el rendimiento de las hojas frescas, las cuales serán de mayor tamaño. La combinación de altas temperaturas y luz directa tienden a hacer que la planta florezca con mayor intensidad. Igualmente señala que se desarrolla mejor en suelos que se mantengan con un 80% de su capacidad de campo, para lograr un ritmo acelerado de crecimiento, sin embargo, la alta humedad favorece el desarrollo de enfermedades.

Ramcharan (1999) señala que esta planta es comúnmente encontrada en zonas húmedas o sombreadas y cerca de las áreas cultivadas, donde predominan los suelos pesados. A pesar de que la planta crece bien a pleno sol, la mayor parte de las plantaciones comerciales se producen en lugares húmedos parcialmente sombreados, donde se producen hojas más grandes y más verdes que son más comercializables debido a su mejor aspecto y aroma.

Por otro lado, Morales-Payan *et al.* (2013) indicaron que las temperaturas altas, la exposición a luz solar directa y/o los días con más de 12 horas de luz estimulan al culantro a florecer más rápidamente y con mayor intensidad, reduciendo la producción de follaje y haciendo que las hojas se tornen más ásperas y menos atractivas.

Sobre la fertilización, no existe información en la literatura venezolana, sin embargo, se han desarrollado algunos trabajos que indican los beneficios de esta práctica en esta especie. Se ha señalado que el cultivo responde bien a la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), no obstante, todavía no se han realizado curvas de absorción de nutrientes para determinar las necesidades reales del cultivo. La fertilización al voleo es la que más utilizan los

agricultores y se realizan tres aplicaciones por corte. El método de fertilización dirigida no es muy común entre los agricultores, pero se recomienda su uso cuando la siembra se ha hecho por trasplante (Alvarado *et al.*, 1999).

Santiago (2001) señala que en Puerto Rico, los agricultores generalmente han tenido éxito utilizando abonos granulados tales como 15-5-10, 15-4-7, 16-4-4, abonos de liberación lenta, como el osmocote 14-14-14 y abonos solubles en agua, como el 30-10-10 y el 20-20-20. También indica que cuando se usa abono granular, se debe evitar aplicarlo al voleo, ya que en muchos casos se queda sobre la hoja y la quema, dañando su apariencia. Dado que lo que se mercadea e interesa es la hoja, los abonos deben ser altos en nitrógeno para estimular el crecimiento vegetativo.

Poco se ha investigado sobre los efectos del nitrógeno sobre el desarrollo del culantro y menos aún cómo influye la práctica de poda floral. En este sentido, Casey *et al.* (2004) evaluaron los efectos de la intensidad de la luz (0, 20, 40, 60, and 80 % de sombra) y la fertilización nitrogenada (0, 45, and 90 kg N/ha) sobre el crecimiento de la planta y de la hoja. El nivel intermedio de fertilización con nitrógeno dio lugar a una mayor cantidad de flores mientras que esta fue menor en el tratamiento con mayor nivel de fertilización.

Por otra parte, el contenido de nitrógeno del tejido foliar aumentó con el incremento de la dosis de N aplicada. En cuanto a la calidad de la hoja, la misma aumentó con el incremento del tono (verdor de la hoja), debido al creciente contenido de humedad y área foliar específica de estas plantas. Las plantas cultivadas bajo sombra creciente, presentaron menos hojas y menor área foliar total. El mayor promedio de área foliar fue a 40% de sombra y también afectada por la dosis, dando como resultado el mayor valor en plantas fertilizadas con 90 kg N/ha.

En otro trabajo similar, Moniruzzaman *et al.* (2003) evaluaron, en condiciones de campo, el nivel óptimo de sombra (0, 25, 50 y 75%) en combinación con dosis de nitrógeno (0, 115, 138, 161 y 184 kg N/ha) para culantro. Las plantas que crecieron con un 50% de sombra y la aplicación de 161 kg N/ha, alcanzaron el rendimiento fresco máximo y una mayor cantidad de β -caroteno y vitamina C, seguidas por aquellas fertilizadas con 184 kg N / ha. La aplicación de esta última dosis dio la más alta cantidad de proteína de la hoja y menos fibra.

Con relación a la poda en culantro, Santiago (2011) señala que florece regularmente y que esta condición, que limita el desarrollo vegetativo (hojas), es perjudicial para los agricultores,

debido a que solamente un bajo porcentaje de las industrias utilizan la espiga floral en la elaboración de sus productos, prefiriendo la hoja. Esta situación obliga a los agricultores a realizar de cuatro a seis cortes de la inflorescencia para que la hoja pueda alcanzar un desarrollo y tamaño ideal al ser cosechada. Normalmente antes del primer corte, el desarrollo de las hojas no es suprimido por la inflorescencia.

La remoción del tallo floral ayuda a mantener la planta produciendo follaje, pero aumenta la necesidad de mano de obra y el costo de producción del cultivo. Cuando se corta el tallo floral, la planta puede producir hojas por varias semanas, pero luego vuelve a emitir otro, siendo necesario removerlos más de una vez durante la vida de la planta (Morales-Payan *et al.* (2013).

En la literatura solo se reporta un trabajo realizado en Brasil, en el que se evaluó el efecto de la poda y densidad de población (16, 25 y 44 plantas/m²) sobre el desarrollo y rendimiento de plantas de culantro; es ese estudio, Gomes *et al.* (2013) encontraron que la mayor cantidad de hojas se obtuvo en plantas cultivadas a una densidad de 25 plantas/m² (0,25 m x 0,25 m) sujetas a poda de tallo floral, mientras que la mayor productividad (kg/m²) se logró con 44 plantas/m² (0,15 m x 0,15 m), igualmente con poda de tallo floral.

Los resultados antes expuestos demuestran los efectos positivos de la poda de tallo floral, la cual unida a una dosis adecuada de N permitirá mejorar el tamaño de las hojas y la productividad de este cultivo de importancia potencial para Venezuela.

Materiales y Métodos

Lugar del estudio.

El ensayo se llevó a cabo bajo condiciones protegidas en el Departamento de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la UCV, ubicada geográficamente a 10° 16' 20" LN y 67° 36' 35" LO, a una altura de 455 m.s.n.m.

Material vegetal.

Se utilizaron semillas de culantro provenientes de ensayos previos, las cuales fueron sembradas directamente en bolsas de polietileno negro contentivas de un suelo franco (Cuadro 1) y luego de su germinación se hizo un raleo dejando una planta/bolsa.

Cuadro 1. Características del suelo usado en esta investigación.

Variable*	Valores	Interpretación	Método utilizado
Arena (%)	42	-	Boyucos
Arcilla (%)	18	-	Boyucos
Arena (%)	40	-	Boyucos
Textura	Franco	-	-
Materia orgánica (%)	3,36	Medio	Walkley and Black
Fósforo (mg/kg)	17	Medio	Olsen
Potasio (mg/kg)	59	Bajo	Olsen
Calcio (mg/kg)	>2000	Alto	Morgan modificado
Magnesio (mg/kg)	>200	Alto	Lectura directa en espectrofotómetro de absorción atómica
pH 1:2,5 suelo:agua	7,4	Mediana alcalinidad	-
CE 1:5 (dS/m a 25°C)	0,18	No salino	-

*Análisis realizado la Unidad de Servicio de Análisis de Suelo-Agua-Planta del CENIAP-INIA (Maracay)

Diseño de experimento y tratamientos aplicados.

Plantas de culantro (*Eryngium foetidum* L.) fueron fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno y sometidas a poda del tallo floral, utilizando un diseño de bloques al azar y arreglo de tratamientos factorial con 8 tratamientos (4 niveles de N y 2 niveles de poda) y 3 repeticiones, utilizando 4 plantas por unidad experimental. En el Cuadro 2 se describen los tratamientos aplicados.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos aplicados en las plantas de culantro.

Tratamientos	Descripción	
1	Dosis 0 = 0 g N/planta	Con poda de tallo floral
2		Sin poda de tallo floral
3	Dosis 1 = 1 g N/planta edáfico + 1,67 g N/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1 %	Con poda de tallo floral
4		Sin poda de tallo floral
5	Dosis 2 = 2 g N/planta edáfico + 3,33 g N/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2 %	Con poda de tallo floral
6		Sin poda de tallo floral
7	Dosis 3 = 3 g N/planta edáfico + 5,00 g N/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3 %	Con poda de tallo floral
8		Sin poda de tallo floral

La fertilización nitrogenada, se realizó en una primera aplicación edáfica presiembra, incorporando al suelo urea (46-0-0) recubierta con 5% de ácidos húmicos y aplicaciones cada 2-3 días de soluciones de urea (Cuadro2), iniciando a los 70 días después de la siembra (dds). Igualmente se incorporó antes de la siembra 0,33 g/planta de K₂O en forma de sulfato de potasio (0-0-50) y a partir de los 56 dds, 0,33 g/planta más 0,50 g de P₂O₅ en solución realizando 11 aplicaciones de Fosika (0-30-20) en frecuencia semanal.

La poda del tallo floral se realizó frecuentemente, cuando se observó emergencia de la inflorescencia. El experimento finalizó cuando todas las plantas de los tratamientos sin poda presentaron desarrollo de las inflorescencias en una longitud superior a los 4 cm.

Variables evaluadas

- Inicio de floración (días después de la siembra): se determinaron los días transcurridos desde la siembra hasta que se observó la emisión de la inflorescencia

- Número de hojas por planta: se contó el número de hojas producidas durante el ciclo del cultivo haciendo evaluaciones cada 15 días e iniciando la evaluación a las 50 dds. Igualmente se contaron las hojas sanas al momento de la cosecha (122 dds).
- Materia fresca y seca de la planta (g/planta): las plantas fueron cosechadas en su totalidad, eliminando las inflorescencias de las plantas no podadas, tal como se comercializan en el mercado local, y se pesaron las hojas y raíces en estado fresco. Luego se colocaron en estufa a 60°C hasta alcanzar peso seco y se tomaron los valores correspondientes.
- Relación Hojas/Raíces. Se dividió el peso seco de las hojas entre el peso seco de las raíces.
- Área foliar total (cm²/planta): al finalizar el experimento se seleccionaron las hojas sanas de cada planta, las cuales fueron escaneadas usando un equipo Canon, modelo Lide y seguidamente se procesaron con el programa ImageJ v.1,44p para determinar el área foliar.
- Área promedio de las hojas (cm²/hoja): se calculó dividiendo el área foliar total entre el número de hojas sanas.
- Peso específico de las hojas (mg/cm²): fue calculada dividiendo el peso seco de las hojas entre el área foliar.
- Acumulación de nitrato en las hojas secas y frescas (mg/kg): A una muestra de 0,5 g de hojas secas molidas se agregaron 50 mL de agua como extractante. Luego de agitar por 15 minutos, se filtró y la solución filtrada fue procesada por el método de reducción del cadmio usando un equipo Hanna Modelo HI 93728 y siguiendo las instrucciones del fabricante (Hanna, 1997). Los valores de nitrato en hojas frescas se estimaron en función de los g de materia seca por cada 1000 g de materia fresca.

Análisis de los datos

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza propio del diseño utilizado y posterior prueba de medias de Tukey.

Resultados y Discusión

Los análisis de varianza indicaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas de la interacción para ninguna de las variables evaluadas, pero sí de los factores de manera independiente en la mayoría de ellas.

Inicio de floración.

Esta variable fue analizada considerando solamente las dosis de N aplicadas y los resultados indicaron que no hubo efecto estadísticamente significativo. En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio alcanzados por las plantas, observándose que el inicio de la floración ocurrió entre los 89 y 93 dds, con un comportamiento similar en todas las dosis evaluadas.

Cuadro 3. Inicio de floración en plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N*	Inicio de floración (dds)
0	93
1	93
2	92
3	89
<i>p</i>	0,0959
CV (%)	4,18

* Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%.

Estos valores están dentro del rango señalado por Morales-Payan *et al.* (2013), quienes indican que el inicio de la floración en esta especie ocurre entre los 70 y 100 días después de la siembra, siendo más temprana en plantas que crecen a pleno sol o en días largos y cálidos (verano), condiciones prevalecientes en el área en donde se desarrolló esta investigación.

Emisión foliar.

Los análisis de la emisión foliar arrojaron diferencias estadísticamente significativas para ambos factores evaluados en las semanas finales del experimento. En el Cuadro 4 se presenta el número de hojas emitidas por las planta, a partir de los 57 días después de la siembra (dds). Entre ese momento y los 85 dds no hubo efecto de la dosis de N sobre la emisión foliar, pero a partir de los 99 dds se observó que a las dosis 2 y 3 hubo una menor producción de hojas, indicando un efecto ligeramente negativo cuando se aplicaron las dosis más altas de este elemento, ya que el número de hojas disminuyó en 1 y 2 respecto a las dosis menores. A los 113 días, solo la dosis 3 afectó negativamente la emisión foliar; en las demás dosis, incluyendo al testigo, el número de hojas resultó similar. Esto fue debido a que la dosis 3 fue excesiva en cuanto a la acumulación de N (Ver cuadro 10) afectando el rendimiento en cuanto a producción de hojas así como también acumulación de biomasa.

Cuadro 4. Comportamiento de la emisión foliar durante el desarrollo de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N*	57 dds	71 dds	85 dds	99 dds	113 dds
0	6,2 a	7,3 a	9,4 a	10,6 a	13,3 a
1	5,5 a	7,0 a	9,2 a	10,7 a	12,9 a
2	5,6 a	6,7 a	8,3 a	10,2 ab	13,3 a
3	5,9 a	6,9 a	8,1 a	9,2 b	11,4 b
<i>p</i>	0,5048	0,3295	0,0787	0,0144	0,0612
CV (%)	7,19	7,19	10,43	7,33	8,40

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

* Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%.

Al respecto Mozumder *et al.* (2008) encontraron que en esta especie el número de hojas/planta aumentó con el incremento en la tasa de N, alcanzando un máximo de 8,73 hojas/planta como promedio de 5 cosechas realizadas cada 15 días. Es importante destacar que las dosis usadas en esta investigación fueron mayores que las evaluadas por estos autores y se contabilizaron hasta

13,3 hojas a los 113 dds. Casey *et al.* (2004) señalan que un mayor número de hojas por planta con altas dosis de N se debe a este elemento mejora el crecimiento y de esta manera la formación de nuevas hojas, sin embargo, es conocido que dosis altas de nutrientes pueden causar efectos de toxicidad afectando negativamente el rendimiento de las plantas (Casanova, 2005).

Con relación a la poda del tallo floral, las diferencias estadísticas entre los tratamientos fueron significativas a los 113 dds (Cuadro 5), observándose un efecto positivo de esta práctica al contabilizar un mayor número de hojas por planta, debido a que el desarrollo vegetativo y el reproductivo son contrapuestos. Al eliminar el tallo floral, la planta continúa con su crecimiento vegetativo.

A los 99 días no se observaron diferencias, pero cabe señalar que para ese momento habían transcurrido pocos días después del inicio de la floración. Gomes *et al.* (2003) indicaron resultados similares al encontrar una mayor producción de hojas cuando se removió el tallo floral en las plantas. Igualmente, De Gusmao *et al.* (2002) señalaron que cuando se corta el tallo floral, la planta puede producir más hojas por semana, sin embargo hay que tener presente que luego vuelve a emitir otro tallo floral por lo que remover tallos florales puede ser necesario más de una vez durante la vida de la planta.

Cuadro 5. Comportamiento de la emisión foliar en las plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.

Poda de tallo floral	99 dds	113 dds
Con	10,00 a	14,22 a
Sin	10,27 a	11,15 b
<i>P</i>	0,0001	0,0310
CV (%)	7,33	8,40

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

Se ha señalado que la planta de culantro desarrolla suficiente follaje para la cosecha comercial a los 60 días después del trasplante, sin embargo los productores prefieren cosechar las hojas cuando aparecen los primeros indicios de la floración, pues a partir de esa etapa la planta acumula muy poco follaje adicional (Casey *et al.*, 2004). Esto fue evidente en plantas sin poda

al observar que entre los 99 y 113 las plantas solo emitieron en promedio una hoja adicional, mientras que con la poda emitieron 4 hojas.

Acumulación de materia fresca y seca en hojas y raíces.

Los resultados indicaron que hubo efecto de la dosis de N y de la poda en la acumulación de materia fresca tanto de hojas como de raíces, así como de la planta sin la inflorescencia (hojas + raíces). Cabe señalar que no se consideró la inflorescencia en el peso porque no tiene interés comercial. Con relación a la materia seca, se detectaron diferencias entre las dosis de N solo en el caso de las raíces y de la relación hojas/raíces y para todas las partes evaluadas en el caso de la poda de tallo floral.

En el Cuadro 6 se presentan las medias obtenidas para el caso de la fertilización con N. Como se observa las plantas fertilizadas con la dosis 1 acumularon la mayor cantidad de materia fresca de hojas y de hojas+raíces, superando a los demás tratamiento, el menor peso fresco de hojas se obtuvo con la dosis 3, alcanzando 6 g menos por planta que el mayor valor obtenido, evidenciándose nuevamente los efectos negativos las dosis altas evaluadas.

Cuadro 6. Materia fresca y seca de hojas y raíces en plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N*	Materia fresca (g/planta)			Materia seca (g/planta)			Relación H/R
	H	R	H+R	H	R	H+R	
0	15,4 ab	4,26 a	19,66 ab	1,56 a	0,42 a	1,97 a	4,06 b
1	17,29 a	3,78 ab	21,07 a	1,72 a	0,36 ab	2,07 a	4,88 ab
2	13,72 ab	2,95 bc	17,09 ab	1,49 a	0,26 bc	1,75 a	5,80 a
3	11,23 b	2,03 c	13,26 b	1,24 a	0,22 c	1,45 a	5,84 a
<i>p</i>	<i>0,0448</i>	<i>0,001</i>	<i>0,0157</i>	<i>0,2013</i>	<i>0,0018</i>	<i>0,1166</i>	<i>0,0007</i>
CV (%)	23,42	23,91	21,56	24,54	24,69	24,13	12,51

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

* Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%.

Tendencias similares fueron obtenidas por Moniruzzaman *et al.* (2003) Mozumer *et al.* (2008) en esta especie utilizando dosis menores a las aquí evaluadas y en condiciones de manejo diferentes.

En el caso de la raíz, el peso fresco fue mayor en las dosis 0 y 1, disminuyendo a medida que la cantidad de N aplicado fue aumentando. Un comportamiento similar utilizando urea como fertilizante fue señalado por Cazzetta (2009) en plantines de lechosa. Al respecto, Christerson *et al.* (1972) señalan que plantas fertilizadas con urea pueden presentar un sistema radical muy frágil, asociado a incrementos en el pH del medio y a la acumulación de amonio.

Con relación a la materia seca, la dosis de N no afectó su acumulación en las hojas pero si en las raíces, con resultados similares a los observados para la raíces en estado fresco. En cuanto a la relación hojas/raíces, los mayores valores se observaron al aplicar las dosis más altas. Marschner (1995) indica que este comportamiento ocurre en los primeros estados de desarrollo de algunas plantas (trigo y maíz por ejemplo), cuando hay alta suplencia de nitrógeno en el suelo.

Al analizar los resultados respecto a la remoción del tallo floral (Cuadro 7), las medias obtenidas indicaron que la poda ocasionó una menor acumulación de materia fresca y seca en hojas y en hojas+raíces; esto a pesar de haber producido mayor número de hojas. Estos resultados son contrarios a los encontrados por Gomes *et al.* (2011) quienes observaron mayor acumulación de materia fresca de hojas en plantas de culantro con poda del tallo floral.

Cuadro 7. Materia fresca y seca de hojas y raíces en plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.

Poda de tallo floral	Materia fresca (g/planta)			Materia seca (g/planta)			Relación H/R
	H	R	H+R	H	R	H+R	
Con	11,57 b	3,83 a	15,38 b	1,12 b	0,35 a	1,47 b	3,32 b
Sin	17,26 a	2,68 b	20,16 a	1,88 a	0,28 b	2,15 a	6,97 a
<i>p</i>	0,0010	0,0028	0,0085	0,0002	0,0367	0,0019	0,0001
CV (%)	23,42	23,91	21,56	24,54	24,69	24,13	12,51

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

La respuesta fue contraria en el caso de las raíces, es decir, se observó mayor peso cuanto se realizó la poda. Esto podría tener su explicación en el hecho de que al remover el tallo floral, la planta continúa su crecimiento tanto de hojas como de raíces, mientras que al permitir la formación de la inflorescencia, el desarrollo de las raíces se ve afectado negativamente. En raigrás perenne (*Lolium perenne*) la floración resulta en una disminución de la tasa de iniciación de nuevas raíces, aumento de la senescencia y la descomposición de las raíces más antiguas, lo que reduce el crecimiento relativo del sistema radical (Gregory, 2006); esto explicaría el menor peso de las raíces y la alta relación H/R cuando no se removió el tallo floral de las plantas de culantro.

Número de hojas sanas, área foliar y peso específico de las hojas.

La dosis de N afectó de manera significativa estas variables, excepto el peso específico de las hojas y en el caso de la poda de tallo floral, todas menos el área promedio de las hojas. En el Cuadro 8 se presentan las medias para cada una de las dosis de N aplicadas.

Cuadro 8. Número de hojas sanas, área foliar, área promedio de las hojas y peso específico de las hojas al momento de la cosecha de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N*	Número de hojas sanas por planta	Área Foliar (cm ² /planta)	Área promedio de las hojas (cm ² /hoja)	Peso específico de las hojas (mg/cm ²)
0	15,4 a	377,5 a	25,22 a	4,42 a
1	13,4 ab	289,4 ab	21,32 ab	6,12 a
2	14,7 ab	297,4 ab	19,98 ab	5,56 a
3	12,6 b	223,2 b	18,11 b	6,27 a
<i>p</i>	0,0436	0,0025	0,0329	0,1169
CV (%)	11,74	18,49	17,70	23,99

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

* Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%.

Como se observa el número de hojas sanas, el área foliar y el área promedio de las hojas alcanzaron los valores más altos en la dosis 0, sin embargo, estos fueron similares a los alcanzados en las dosis 1 y 2, quedando en un nivel inferior los observados al aplicar la dosis 3. Esto indica un efecto negativo de la dosis más alta utilizada en este experimento, tal como se señaló para otras variables. Cabe señalar que en las plantas de este tratamiento se observó necrosis en los bordes de muchas de las hojas.

Con relación a la poda, esta práctica ocasionó el desarrollo de una mayor área foliar, lo cual se debió a la producción de un mayor número de hojas ya que en los dos tratamientos evaluados se encontraron valores similares del área promedio de la hoja.

Cuadro 9. Número de hojas, área foliar y tamaño promedio de hojas en plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.

Poda de tallo floral	Número de hojas por planta	Área Foliar (cm ² /planta)	Área promedio de las hojas (cm ² /hoja)	Peso específico de las hojas (mg/cm ²)
Con	15,8 a	347,3 a	22,10 a	3,22 b
Sin	12,2 b	246,4 ab	20,21 a	7,97 a
<i>p</i>	<0,0001	0,0005	0,2357	<0,0001
CV (%)	11,74	18,49	17,70	23,99

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

Tal como indica Morales-Payan *et al.* (2013), remover el tallo floral ayuda a mantener la planta produciendo follaje. En el caso del peso específico, el valor obtenido fue mayor en las plantas sin poda, lo que indica una hoja de mayor grosor a diferencias de las plantas sin poda, con hojas más gruesas y más maduras que acumularon mayor peso. Esto último podría estar asociado a lo encontrado para la materia fresca de las hojas. Esto indica que la poda ocasiona un mayor número de hojas pero más delgadas y por lo tanto más suaves para el consumo.

Contenido de nitrato en hojas.

La acumulación de nitrato fue afectado de manera significativa solamente por la aplicación de nitrógeno pero no por la poda del tallo floral. Las hojas de las plantas a las que se les aplicó la

dosis 3 presentaron los mayores niveles de nitrato tanto en tejido fresco como seco (Cuadro 10), resultando diferente al resto de tratamientos, los cuales se comportaron de manera similar.

Estos valores son importantes, por una parte para determinar niveles óptimos (en base a materia seca) asociados a los mayores rendimientos, lo cual no ha sido reportado, y por el otro, para conocer su acumulación en hojas de plantas usadas para consumo fresco. Si bien su uso principal es como hierba aromática y por tanto se adicionan a los alimentos en pequeñas cantidades, es posible consumirla en salsas verdes (guasacaca) y ensaladas por lo que es conveniente conocer sus posibles efectos sobre la salud debido a las cantidades presentes.

Cuadro 10. Contenido de nitrato en savia de plantas de culantro fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N*	Nitrato (mg/kg)	
	En materia fresca	En materia seca
0	145 b	1143 b
1	152 b	1600 b
2	204 b	2023 b
3	377 a	3455 a
<i>P</i>	0,0029	0,0113
<i>CV (%)</i>	35,98	37,87

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$, Tukey).

* Dosis 0: 0 g/planta; Dosis 1: 1 g/planta edáfico + 1,67 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,1%; Dosis 2: 2 g/planta edáfico + 3,33 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,2% y Dosis 3: 3 g/planta edáfico + 5,00 g/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3%.

Santamaría (2006) señala que el contenido de nitratos es una característica de calidad muy importante en las hortalizas e indica una clasificación de estas plantas en función de su contenido. De acuerdo a ello, el culantro podría ser clasificado como una especie de alto contenido (1000-2500 mg/kg PF) al determinarse 1143 mg/kg de materia fresca en plantas sin adición de N; adicionalmente, la aplicación de dosis elevadas de este elemento (Dosis 3) ocasionaría una acumulación mucho mayor que alcanzó los 3455 mg/kg materia fresca, lo que la clasificaría en el grupo de las especies con muy alto contenido (>2500 mg/kg PF). Por otra

parte, son varios los factores que afectan la acumulación de este ion en la planta, señalándose los de tipo nutricional (ej. uso de fertilizantes minerales), ambientales (ej. intensidad lumínica) y fisiológicos (ej. variabilidad genética y distribución dentro de la planta) (Umar y Iqbal, 2007).

En cuanto el contenido de nitrato de plantas sometidas a poda (Cuadro 11), los resultados indicaron valores estadísticamente similares, por lo que esta práctica no afecta su acumulación en hojas.

Cuadro 11. Contenido de nitrato en hojas (frescas y secas) de plantas de culantro sometidas a poda de tallo floral.

Poda de tallo floral	Nitrato (mg/kg)	
	En materia fresca	En materia seca
Con	229	2346
Sin	199	1784
<i>p</i>	<i>0,4990</i>	<i>0,5298</i>
CV (%)	35,98	37,87

Conclusiones

1. El inicio de la floración en plantas de culantro no fue afectado por las dosis de nitrógeno aplicadas.
2. Altas dosis de nitrógeno afectaron de manera negativa el desarrollo de la planta. De esta manera la mayor dosis aplicada (3 g N/planta edáfico + 5,00 g N/planta en 20 aplicaciones de solución al 0,3 %) ocasionó una menor emisión foliar y afectó negativamente la acumulación de materia fresca y seca de las hojas, el área foliar total, y el tamaño de las hojas.
3. La poda del tallo floral ocasionó una mayor cantidad de hojas por planta y área foliar resultando hojas más delgadas ya que presentaron un menor peso. El tamaño promedio de las hojas no fue afectado.

4. La planta de culantro acumula altas cantidad de nitrato, las cuales resultaron muy elevadas al utilizar las dosis 3, por lo que su consumo debe ser en bajas cantidades. La poda no afectó esta variable.
5. Los resultados indicaron por una parte que esta planta no pareciera ser muy exigente en N considerando que a la dosis 0 con un suelo de contenido medio de materia orgánica los rendimientos fueron aceptables y además, que la poda floral permite obtener plantas con mayor cantidad de follaje con hojas más suaves.

Recomendaciones

1. Continuar con la investigación sobre los requerimientos de N en plantas de culantro, considerando dosis menores a la dosis 1 evaluada en esta investigación, que incluyan diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados.
2. Analizar en posteriores trabajos, los contenidos de N en tejido a fin de establecer niveles óptimos de este elemento en las plantas que se asocien con altos rendimientos.
3. Recomendar la poda como práctica de rutina en el manejo del cultivo de culantro, para la obtención de mayor número de hojas por planta y por ende lograr plantas con mejor calidad para su comercialización.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado, Y.; S. Ujueta, C.; J. Villalobos. 1999. El cultivo de culantro coyote (*Eryngium foetidum* L., APIACEAE) para exportación. Siquirres, CR, MAG. 26 p.
- Casanova, E. 2005. Introducción a la ciencia del suelo. UCV-CDCH. Colección Estudios. Caracas. 482 p.

Casey, C.A., F.X. Mangan, S.J. Herbert, A.V. Barker & A.K. Carter. 2004. The effect of light intensity and nitrogen fertilization on plant growth and leaf quality of ngo gai (*Eryngium foetidum*) in Massachusetts. *Acta Horticulturae* 629: 215-229.

Castellón, J.U.; R. Muschler; F. Jiménez. 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de (en línea). *Agroforestería en las Américas (Costa Rica)* 7(26): 30-33.[Consultado: 15/05/2012].

Cazzetta, A. 2009. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el desarrollo de plantas de lechosa cv. Cartagena Roja, en condiciones de vivero. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 26 p.

Christerson, L. 1972. The influence of urea and other nitrogen sources on growth rate of scots pine seedlings. *Physiol. Plantarum*, 27(1):83-88.

De Gusmao, S.A.L., M.T.A. de Gusmao, J.G. de Padua & L.T. Braz. 2002. Behavior of the wild coriander (*Eryngium foetidum* L.) in subtropical conditions. *Acta Hort.* 569: 209-212.

Duke, J.A. 2009. *Duke's handbook of medicinal plants of Latin America*. CRC Press, USA. 901 p.

Casey, A.; F. Mangan; S. Herbert; A. Barker; A. Carter. 2004. The Effect of Light Intensity and Nitrogen Fertilization on Plant Growth and Leaf Quality of Ngo Gai (*Eryngium foetidum* L.) in Massachusetts. *Acta Hort.* 629: 215-229.

Norma regional del Codex para el culantro coyote. *Codex Alimentarius* Disponible http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11918/CXS_304Rs.pdf. [Consultado: 15/05/2012].

Fuentes F., V.R.; N.N. Rodríguez M.; C.A. Rodríguez F. 1996. La germinación del culantro (*Eryngium foetidum* L.). *Rev. Cubana Plant. Med.* 1(2): 31-33.

Gayatri, M.C.; M. Madhu; R. Kavyashree; S.P. Dhananjaya. 2006. A protocol for *in vitro* regeneration of *Eryngium foetidum* L. *Indian J. Biotech.* 5: 249-251.

Gomes, R.F; J.P. Da Silva; S.A.L. De Gusmão; G.T. De Souza. 2013. Produção de chicória da amazônia cultivada sob densidades de cultivo e poda do pendão floral. *Revista Caatinga* 26(3): 9-14.

Gregory, P. J. 2006. *Plant roots: their growth, activity, and interaction with soils*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK 318 p.

Guerra L. 1999. Manejo poscosecha de culantro coyote (*Eryngium foetidum* L.). Proyecto de graduación Lic. Ing. Agr. Guácimo, CR, Universidad EARTH. p. 22-25.

Hanna. 1997. Instruction Manual HI 93728 Nitrate ISM. Hanna Instruments Italia. Disponible en: <http://www.hannacan.com/PDF/manHI93728.pdf>. [Consultado: 15/10/2015]

Ignacimuthu, S.; S. Arockiasamy; M. Antonysamy; P. Ravichandran. 1999. Plant regeneration through somatic embryogenesis from mature leaf explants of *Eryngium foetidum*, a condiment. *Plant Cell. Tiss. Org. Cult.* 56: 131-137.

Jaramillo B., E. Duarte, I. Martelo. 2011. Composición química volátil del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. colombiano y determinación de su actividad antioxidante. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 16(2): 140-150.

Lamsfus, A.; B. Lasa; P.M. Aparicio-Tejo; I. Irigoyen 2004. Implicaciones ecofisiológicas y agronómicas de la nutrición nitrogenada. En: Reigoza, M.; N. Pedrol y A. Sánchez (Coords.). *La ecofisiología vegetal: una ciencia de síntesis*. Thomson, Madrid. pp. 361-378.

Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, UK. 889p.

Martin, K.P. 2005. Organogenesis on root, leaf, stem-disc and scape explants of *Eryngium foetidum* L., a rare medicinal plant. *J. Herbs Spices Med. Plants.* 11: 9-17.

Mohamed-Yasseen, Y. 2002. *In vitro* regeneration, flower and plant formation from petiolar and nodal explants of cilantro (*Eryngium foetidum* L.). *in vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 38: 423-426.

Moniruzzaman M.; M. Islam; M. Hossain; T. Hossain; M. Miah. 2003. Effects of shade and nitrogen levels on quality Bangladhonia production. *Bangladesh. J. Agric. Res.* 34(2): 205-213.

Mozumder, S.N.; M. Moniruzzaman; P.C. Sarker. 2008. Effect of nitrogen rate and application interval on yield and profitability of bilatidhonia. *J. Agr. Rural Dev.* 6:63-68.

Morales, J.P. 1995. Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Fundación de Desarrollo Agropecuario, República Dominicana. Serie Cultivos, Boletín Técnico N° 25. 26 p.

Morales, J.P.; B. Brunner; L. Flores; S. Martínez. 2013. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Culantro Orgánico. Hoja informativa.

Morales-Payán, J.P.; B. Brunner; L. Flores; S. Martínez. 2013. Culantro Orgánico. Proyecto de Agricultura Orgánica. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales Estación Experimental Agrícola de Lajas. Disponible en: <http://proorganico.info/culantero.pdf>. [Consultado 25/05/2015].

Mozumder S.; M. Moniruzzaman; P. Sarker. 2005. Effect of Nitrogen Rate and Application Interval on Yield and Profitability of Bilatidhonia. *J. Agric Rural Dev.* 6(1-2): 63-68.

Paul, J.H.A.; C.E. Seaforth; T. Tikasingh. 2011. *Eryngium foetidum* L.: A review. *Fitoterapia* 82:302-308.

Ramcharan, C. 1999. Culantro: a much utilized, little understood herb. *In: J. Janick (ed.). Perspectives on new crops and new uses.* ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 506-509.

Rincón L., J., Pellicer, C. 2002 Influencia de distintas dosis de nitrógeno aportados al suelo en la absorción y concentración de nitrato en la lechuga Iceberg. *Investigación Agraria* 17(2): 303-308.

Santamaría, P. 2006. Review: Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86: 10–17.

Santiago S., L.R. 2001. La producción de recaó o culantro (*Eryngium foetidum*) en Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico. Publicación 162.54 p.

Seaforth, C.; T. Tikasingh.2008. A study for the development of a handbook of selected Caribbean herbs for industry. Serie Technical Publications CTA.Virtual Resources Center. 132 p.

Small, E. 2011. Top 100 Exotic Food Plants. CRC Press. USA. 658 p.

Shavandi, M.A; Z. Haddadian; M.H. Shah I. *Eryngium foetidum* L., *Coriandrum sativum* and *Persicaria odorata* L.: a review. 2012. J. Asian Scient. Res. 2(8): 410-426.

Umar, A.S.; M. Iqbal.2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. Agron. Sustain. Dev. 27: 45–57

Vogelsang R., E.G. 2012. Caracterización de la germinación de semillas de culantro (*Eryngium foetidum* L.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 26 p.