

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

1. **TÍTULO:** EFECTOS ALELOPÁTICOS DE *Alnus nepalensis* D. DON EN CUATRO CULTIVOS AGRÍCOLAS DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR
2. **AUTOR:** Guillermo David Varela Jácome
3. **DIRECTORA:** Ing. Karla Fernanda Dávila Pantoja, Mgs.
4. **COMITÉ LÉCTOR:** Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Ing. Mario José Añazco Romero, Mgs.
Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja.
5. **AÑO:** 2017
6. **LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Universidad Técnica del Norte y finca San José de La Palma, parroquia Peñaherrera, cantón Santa Ana de Cotacachi, provincia de Imbabura.
7. **BENEFISIARIOS:** Agricultores de la zona de Intag.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Varela Jácome

NOMBRES: Guillermo David

C. CIUDADANIA: 100364871-2

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062611016

TELÉFONO CELULAR: 0983958841

CORREO ELECTRÓNICO: gvarelaj1993@yahoo.com

DIRACCIÓN: Imbabura – Ibarra – San Francisco – Calixto Miranda 8-98

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía:

FICAYA - UTN

Fecha: 25 de mayo del 2017

Guillermo David Varela Jácome: EFECTOS ALELOPÁTICOS DE *Alnus nepalensis* D. DON EN CUATRO CULTIVOS AGRÍCOLAS DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR
/Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 22 de mayo del 2017. 13 páginas.

DIRECTORA: Ing. Karla Fernanda Dávila Pantoja, Mgs.

El objetivo general de la presente investigación fue: Determinar los efectos alopáticos de *Alnus nepalensis* D. Don en cuatro cultivos agrícolas (*Solanum betaceum* Cav, *Coffea arabica* L, *Zea mays* L y *Phaseolus vulgaris* L). Entre los objetivos específicos se encuentra: Evaluar los efectos sobre la germinación en semillas de *Solanum betaceum* Cav, *Coffea arabica* L, *Zea mays* L y *Phaseolus vulgaris* L al ser tratadas con extractos acuosos de *Alnus nepalensis* D. Don y evaluar los efectos en el crecimiento inicial de *Solanum betaceum* Cav, *Coffea arabica* L, *Zea mays* L y *Phaseolus vulgaris* L en sustrato compuesto de material vegetal de *Alnus nepalensis* D. Don.

Fecha: 25 de mayo del 2017

.....

.....

Ing. Karla Fernanda Dávila Pantoja, Mgs.

Directora de Trabajo de Titulación

.....

.....

Guillermo David Varela Jácome

Autor

EFFECTOS ALELOPÁTICOS DE *Alnus nepalensis* D. DON EN CUATRO CULTIVOS AGRÍCOLAS DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

Autor: Guillermo David Varela Jácome

Director del trabajo de titulación: Ing. Karla Fernanda Dávila Pantoja, Mgs.

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Carrera de Ingeniería Forestal

Universidad Técnica del Norte

Ibarra – Ecuador

gvarelaj1993@yahoo.com

Teléfono: 2611016/0983958841

RESUMEN

Hace aproximadamente dos décadas *Alnus nepalensis* D. Don fue introducido en la zona de Intag en el noroccidente del Ecuador. Desde ese entonces han sido muy escasos los estudios referentes a la adaptación e interacción de esta especie con los cultivos locales. Los agricultores de la zona han señalado que los cultivos que fueron establecidos cerca de esta especie forestal tienen problemas en su desarrollo, especialmente los individuos que se encuentran creciendo debajo de la misma. Esto ha dado origen a múltiples teorías, entre las que se destaca la de la alelopatía de esta especie, la cual fue investigada en el presente estudio. Se planteó investigar los efectos alelopáticos en la germinación y crecimiento inicial de los cuatro cultivos agrícolas de mayor importancia socioeconómica de la zona (*Solanum betaceum* Cav, *Coffea arabica* L, *Zea mays* L y *Phaseolus vulgaris* L) para esto se evaluaron variables como porcentaje de germinación, vigor germinativo, longitud radicular, sobrevivencia, diámetro basal, altura y número de hojas. El estudio se llevó a cabo en dos fases: En el laboratorio se evaluó los efectos de extractos acuosos de la hoja, raíz y corteza de *Alnus nepalensis* sobre la germinación y en el vivero los efectos de sustrato con material vegetal de esta especie forestal sobre el crecimiento inicial de los cultivos. En la fase de vivero se evaluó las variables en el fréjol, maíz y tomate de árbol hasta los tres meses y en el café hasta los seis. En la germinación se evidenciaron efectos alelopáticos mientras que en

el crecimiento inicial se evidencio más bien efectos estimulantes. En ambas fases la especie más sensible a estos efectos fue el tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) y la hoja de *Alnus nepalensis* D. Don fue el material vegetal que más influyó en los cultivos agrícolas.

ABSTRACT

About two decades ago *Alnus nepalensis* D. Don was introduced in the Intag zone in the northwestern part of Ecuador. Since then, the studies about the adaptation and interaction of this species with local crops have been very scarce. Farmers in the area have indicated that the crops that were established near this forest species have problems in their development, especially the plants that are growing underneath it. This has caused rise to multiple theories, one of them is the allelopathy of this species which was investigated in the present research. It was proposed to investigate the allelopathic effects of germination and initial growth on the four agricultural crops of major socioeconomic importance of the zone (*Solanum betaceum* Cav, *Coffea arabica* L, *Zea mays* L and *Phaseolus vulgaris* L), for this, variables were evaluated as percentage of germination, germinative vigor, root length, survival, basal diameter, height and number of leaves. This study was completed out in two phases: The first one in the laboratory, where the effects of aqueous extracts of the leaf, root and bark of *Alnus nepalensis* on germination were evaluated and in the nursery garden it was evaluated the effects of substrate with vegetal material of this forest species on the initial growth of the crops. In nursery garden phase, the variables in the beans, maize and tree tomatoes were evaluated until three months and in the coffee until six months. In germination, allelopathic effects were evidenced, whereas in the initial growth, stimulating effects were evidenced. In both phases the most sensitive species to these effects were the tree tomato (*Solanum betaceum* Cav) and the *Alnus nepalensis* D. Don leaf was the plant material that influenced the most in the agricultural crops.

INTRODUCCIÓN

Varios estudios han demostrado que algunas especies forestales pueden provocar efectos alelopáticos que afectan el desarrollo de ciertas especies vegetales.

El aliso de Nepal (*Alnus nepalensis* D. Don) es una especie forestal multipropósito, caducifolia o semidecidua que en el año 1995 fue introducida en la zona de Intag, noroccidente del Ecuador (Añazco, com. pers., 24 de noviembre del 2015), y desde esta época ha sido ampliamente distribuida tanto en plantaciones puras como en sistemas agroforestales.

En la zona se han observado que ciertos cultivos que se encuentran cerca de *Alnus nepalensis* presentan problemas en su desarrollo. Los agricultores explican este fenómeno mediante algunas teorías entre las que se destacan la superficialidad de las raíces de la especie, el consumo de agua, la sombra, el agua interceptada y acumulada en su copa que después cae tardíamente sobre los cultivos y la alelopatía.

Según investigaciones como las realizadas por Kumar, Lakiang, & Gopichand (2006) y por Uniyal & Chhetri (2010), el material vegetal de *Alnus nepalensis* D. Don, causa efectos alelopáticos en la germinación de algunas especies, y en Intag al haber sido asociada con cultivos agrícolas, estos efectos podrían estar presentes e influyendo en el desarrollo de los mismos, situación que actualmente a nivel del país y especialmente en la zona no ha sido investigada.

Entre los cultivos agrícolas de mayor importancia socioeconómica de la zona de Intag están el café, el fréjol, el maíz y el tomate de árbol, siendo el café el principal producto agrícola de exportación.

En el presente estudio fue posible determinar los efectos alelopáticos en la germinación y crecimiento que produce *Alnus nepalensis* D. Don en cuatro cultivos agrícolas (Tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav; Café, *Coffea arabica* L; Maíz, *Zea mays* L y fréjol, *Phaseolus vulgaris* L), información que determinará si esta especie forestal debería estar asociada con los mismos en sistemas agroforestales, dada la importancia de estos cultivos para los agricultores de la zona.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en dos fases, en laboratorio y en campo. La fase de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, localizado en la Universidad Técnica del Norte, mientras que la fase de campo se llevó a cabo en la finca San José de La Palma, sector El Paraíso, parroquia Peñaherrera, cantón Santa Ana de Cotacachi, ubicado a 113 km del cantón San Miguel de Ibarra, provincia de Imbabura.

En ambas fases se aplicó el Diseño Irrestricto al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por cada especie, debido a que las características fisiológicas y de desarrollo de estas no permitieron hacer comparaciones entre las mismas.

El material vegetal (hojas, corteza y raíz) se colectó de árboles entre 5 a 10 años de edad, de un sistema de árboles en linderos ubicado en la carretera que conecta el centro poblado con la comunidad El Paraíso y de una plantación ubicada en la comunidad El Cristal de la parroquia Peñaherrera.

Una vez recolectado el material, se colocó en fundas plásticas y se llevó al sitio donde se realizó la fase de campo, aquí se hizo secar el

material al ambiente durante tres semanas y posteriormente se procedió a molerlo en un molino mecánico.

Las semillas de maíz, fréjol y café se adquirieron directamente a los agricultores; mientras que las de tomate de árbol se obtuvieron de frutos maduros, se las limpió y se las hizo secar a la sombra.

Posteriormente para conocer la viabilidad de las semillas adquiridas por especie, se realizó la prueba de germinación de tetrazolium, mediante un proceso adaptado de la metodología propuesta por la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina (UNNE)

Evaluación de los efectos alelopáticos en la germinación (fase de laboratorio)

La metodología fue adaptada de Gómez (2004); Uniyal & Chhetri (2010) y Kumar, Lakiang & Gopichand (2006).

Para preparar los extractos acuosos se pesó en una balanza electrónica 2 gr del material vegetal de hojas, corteza y raíz de *Alnus nepalensis*, para luego ser disuelto en 100 ml de agua bidestilada, obteniendo así extractos acuosos al 2% de concentración y se dejó descansar las mezclas a temperatura

ambiente por 24 horas. Posteriormente los extractos se filtraron con tres capas de papel filtro y se almacenaron en un lugar oscuro a una temperatura de entre 6 a 10°C.

En cada caja Petri se colocó 20 semillas por especie, saturadas con 5 ml de los extractos acuosos, y para mantener la humedad se agregó 1 ml durante los diez días que duró el experimento. Cada caja Petri representó una repetición. Las cajas de los tratamientos testigos se humedecieron únicamente con agua bidestilada.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, vigor germinativo y longitud radicular.

El porcentaje de germinación se determinó basándose en los parámetros establecidos por ISTA citado por Rodríguez, Adam y Durán (2008). Se inició con la toma de datos cuando el 5% de las semillas del tratamiento testigo germinaron, considerando a una semilla germinada cuando la radícula de la misma alcanzó por lo menos los 3 mm de longitud. Posteriormente se contabilizó el número de semillas germinadas diariamente, desde el día de inicio de la germinación hasta que no se observaron incrementos en el número de semillas con emisión de radícula. Este valor

se dividió por el número total de semillas utilizadas en el ensayo y se multiplicó por 100 como se muestra en la siguiente ecuación:

$$PG = \frac{Sg}{Ss} \times 100\%$$

Fuente: Gómez, 2004

Donde:

Sg = Semillas con emisión de radícula.

Ss = Total de semillas analizadas.

Para obtener el vigor germinativo se contabilizaron diariamente el número de semillas germinadas hasta que no se observaron incrementos en el número de semillas con emisión de radícula, y para obtener este valor se aplicó la siguiente ecuación:

$$VG = VM * GDM$$

Fuente: Ceballos y López, 2007

Donde:

VM = Valor máximo: Corresponde al valor máximo o pico que se presenta al dividir el

porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que tardó en obtenerse.

GDM = Germinación media diaria: Es la razón entre el porcentaje final de emergencia y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor.

Para evaluar la longitud radicular se midió la radícula con el calibrador pie de rey diariamente a excepción de los fines de semana, hasta los diez días después de iniciada la germinación.

Evaluación de los efectos alelopáticos en el crecimiento inicial (fase de campo)

Esta fase se llevó a cabo en el vivero. La metodología fue adaptada de Maldonado y Encalada (2008) y Criollo, Lagos y Narváez (2000).

Se construyó cuatro platabandas de 0.75 x 4 m las que fueron cubiertas con un techo de plástico de invernadero para controlar la humedad; así como también, se colocó paredes de sarán de 60% para evitar daños por animales en el ensayo.

El sustrato fue preparado con tierra del sitio, arena y cascarilla de arroz en proporciones 2:1:1, siendo este el tratamiento testigo. Para

los demás tratamientos se incorporó a este sustrato el material vegetal de *Alnus nepalensis* previamente picado, equivalente al 2% del peso total del sustrato, el cual posteriormente se colocó en fundas de polietileno de 6 x 8 pulgadas.

Las semillas de maíz y fréjol fueron sembradas directamente en la funda, mientras que las de café y tomate de árbol fueron sembradas en almácigos para luego ser repicadas. El café fue repicado cuando la mayoría de las plántulas tuvo las dos hojas primarias y en el tomate de árbol se lo realizó cuando tuvo las dos primeras hojas verdaderas.

Las variables evaluadas fueron: diámetro basal, altura, número de hojas y sobrevivencia.

Todas las variables fueron evaluadas semanalmente. En el caso del fréjol, el maíz y el tomate de árbol se evaluaron las variables hasta los tres meses de iniciada la toma de medidas, debido a la rapidez de su crecimiento. En el caso del café se lo hizo hasta los seis meses.

Se colocó una pequeña estaca de dos centímetros de longitud al lado de cada planta

para señalar el cuello de la misma. El diámetro basal se tomó en el cuello de la planta con el calibrador pie de rey, la altura fue medida desde el cuello hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica, el número de hojas se obtuvo contando la cantidad de hojas totalmente desplegadas y desarrolladas mientras que la sobrevivencia se obtuvo

RESULTADOS

En la presente investigación se confirmó la hipótesis alterna en base a los resultados obtenidos en cada variable, mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística.

Efectos alelopáticos en la germinación de los cultivos agrícolas

Porcentaje de germinación

En el fréjol, maíz y café se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con extractos acuosos del material vegetal de *Alnus nepalensis* con el tratamiento testigo.

En el tomate de árbol si se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos con extractos acuosos y el

contando el número de plantas vivas en relación al número total de la muestra.

tratamiento testigo, siendo este último el que mayor porcentaje de germinación presentó. Esta diferencia se observó desde el primer día de la toma de datos.

Vigor germinativo

En el fréjol, maíz y café se determinó que no existen diferencias significativas en el vigor germinativo entre los tratamientos con extractos acuosos del material vegetal de *Alnus nepalensis* y el tratamiento testigo.

En el tomate de árbol se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con extractos acuosos y el tratamiento testigo, siendo este último el que mayor vigor germinativo presentó.

Longitud radicular

En el maíz y café se determinó que no existen diferencias significativas entre los

tratamientos con extractos acuosos del material vegetal de *Alnus nepalensis* y el tratamiento testigo.

En el fréjol se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento testigo el que menor longitud radicular presentó. Esta diferencia se observó desde el sexto día de la toma de datos.

En el tomate de árbol se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento testigo el que mayor longitud radicular presentó. Esta diferencia se observó desde el primer día de la toma de datos.

Evaluación de los efectos alelopáticos en el crecimiento inicial de los cultivos agrícolas

Sobrevivencia

Para las especies fréjol, maíz, café y tomate de árbol se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que contenían sustratos y el material vegetal de *Alnus nepalensis* con el tratamiento testigo.

Diámetro basal

En el maíz y fréjol se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que contenían sustratos con el material vegetal de *Alnus nepalensis* y el tratamiento testigo.

En el café y el tomate de árbol se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento cuyo sustrato contenía hoja de aliso de Nepal el que mayor diámetro basal presentó. Esta diferencia se observó desde la semana 18 y tres respectivamente.

Altura

En el fréjol y maíz se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que contenían sustratos y el material vegetal de *Alnus nepalensis* con el tratamiento testigo.

En el café y el tomate de árbol se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento cuyo sustrato contenía hoja de aliso el que mayor altura presentó. Esta diferencia se observó desde la semana 15 y cinco respectivamente.

Número de hojas

En el fréjol y maíz se determinó que no existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos que contenían sustratos y el material vegetal de *Alnus nepalensis* con el tratamiento testigo.

En el café se encontraron diferencias significativas siendo el tratamiento con hoja el mejor, seguido del testigo, mientras que el tratamiento con corteza fue el que menor número de hojas presentó. Esta diferencia se observó desde la semana 17.

En el tomate de árbol se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento cuyo sustrato contenía hoja de aliso el que mayor número de hojas presentó. Esta diferencia se observó desde la semana cinco.

CONCLUSIONES

Las semillas del cultivo de tomate de árbol presentaron efectos alelopáticos en su germinación (disminución en el porcentaje de germinación, crecimiento radicular y vigor germinativo) al ser tratados con los extractos acuosos de la hoja, corteza y raíz de *Alnus nepalensis* D. DON, mientras que las semillas

de los cultivos de café, maíz y fréjol no presentaron efectos significativos.

Las plantas de los cultivos de maíz, café y tomate de árbol no presentaron efectos alelopáticos en su crecimiento inicial (sobrevivencia, diámetro basal, altura y número de hojas) al desarrollarse en sustrato preparado con material vegetal de la hoja, corteza y raíz de *Alnus nepalensis* D. DON, sin embargo en las plantas de café se encontraron efectos alelopáticos sobre el número de hojas al ser tratados con material vegetal de corteza y raíz.

La especie en la que se evidenciaron mayores efectos tanto alelopáticos como estimulantes fue el tomate de árbol, mientras que el material vegetal que mayores efectos causó fue la hoja.

RECOMENDACIONES

En próximas investigaciones realizar un análisis del tipo de sustancia presente en la hoja que causó los efectos alelopáticos en el tomate de árbol.

Realizar un estudio sobre el proceso fisiológico que se ve afectado en el tomate de árbol por la sustancia alelopática.

Realizar el estudio de los efectos alelopáticos en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos con la finalidad de contar con mayor información sobre este tema.

En la fase de vivero, separar las especies desde el inicio según su velocidad de crecimiento, para evitar que especies con rápido crecimiento produzcan sombra en las especies con un crecimiento más lento.

BIBLIOGRAFÍA

- Ceballos, Á., y López, J. (2007). *Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento*. Cenicafé.
- Criollo, H., Lagos, T., y Narváez, R. (Junio de 2000). *Efectos alelopáticos de especies forestales sobre el vigor germinativo de semillas y el crecimiento inicial de Cyphomandra betacea (Tomate de árbol) y Solanum quitoense (Lulo)*. Revista de ciencias agrícolas, 17(1), 174-185.
- Gómez, M. (2004). *Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de diomate (Astronium graveolens Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento*. Medellín, Colombia: Subdirección Territorial, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Kumar, M., Lakiang, J., & Gopichand, B. (2006). *Phytotoxic effects of agroforestry tree crops on germination and radicle growth of some food crops of Mizoram*. Mizoran: Department of Forestry, Mizoram University.
- Maldonado, C., y Encalada, E. (2008). *Efectos alelopáticos del tomate riñon (Lycopersicon esculentum Mill) en condiciones de invernadero*. Cuenca, Ecuador: Universidad el Azuay.
- Rodríguez, I., Adam, G., y Durán, J. (2008). *Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor de semillas*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Uniyal, A., & Chhetri, S. (2010). *An Assessment of Phytotoxic Potential of Promising Agroforestry Trees on Germination and Growth Pattern of Traditional Field Crops of Sikkim Himalaya, India*. Dehradun, India: College of agriculture Science and Technology.