

**ALOE VERA (*Aloe barbadensis* Miller) EN
LA REGENERACIÓN DE EXPLANTES DE**

AGRA

(*Vaccinium meridionale* Swartz)

POR: PULIDO SOLER, Nancy¹ / BECERRA ABRIL, Jessika Lucía²

**ALOE VERA (*Aloe barbadensis*
Miller) AT THE REGENARION OF
UNRIPE BERRY EXPLANTS
(*Vaccinium meridionale* Swartz)**



Z

¹Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
MSc(c) Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
Fundación Universitaria Juan de Castellanos
Email: nanhary81@yahoo.es

²Tecnóloga en Producción Agropecuaria Ecológica
Estudiante Ingeniería Agropecuaria
Fundación Universitaria Juan de Castellanos
Email: jlucia213@gmail.com

Recibido: 1 de julio de 2016

Aceptado para publicación: 25 de septiembre 2016

Tipo: Revisión

RESUMEN

El agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) es reconocido en el altiplano cundiboyacense colombiano como mortiño silvestre y pertenece a la familia Ericáceae. Es una especie promisoriosa de gran interés por ser una fuente importante de azúcares, antioxidantes, vitaminas del complejo B y C, minerales netos de potasio, calcio y fósforo en sus frutos. Sin embargo, esta planta presenta dificultades para su reproducción sexual y asexual, pues a pesar de que los frutos contienen un gran número de semillas, los procesos de germinación y desarrollo hasta la etapa fenológica de madurez son lentos y sin certeza de su producción. Igualmente, su propagación asexual por estacas y/o acodos presenta bajo enraizamiento. A pesar de esto, no se han realizado estudios de propagación in vitro de esta especie; por lo tanto una alternativa para la regeneración de explantes de agraz es la micropropagación en laboratorio empleando gel de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) ya que se ha probado en plantas medicinales y frutales, obteniendo buenos resultados debido a que potencializa el crecimiento, la regeneración celular, la actividad auxínica, la regulación sintética, y aporta elementos minerales esenciales, en medios de cultivo y enraizamiento in-vitro. En el presente artículo se hace una revisión de literatura sobre aspectos relacionados con el uso potencial de gel de Aloe vera, en la regeneración de explantes de agraz.

PALABRAS CLAVE

Potencializador de crecimiento, Especie promisoriosa, Regeneración celular.

ABSTRACT

The unripe berry (*Vaccinium meridionale* Swartz) is acknowledged at the Colombian Cundiboyacense Plateau, as a blueberry which belongs to the Ericáceae family. It is a promising specie of great interest, because it is an important source of sugars, anti-oxidants, Complex B and C vitamins, net minerals of Potassium, Calcium, and Phosphorus, at its fruits. However, this plant faces difficulties regarding its sexual, and asexual reproduction. Despite its fruits contain a high number of seeds, the germination processes, and development until the phenological stage of maturity are slow, and uncertain for its production. Likewise, its asexual propagation by cutting and/or layering displays low root penetration. Despite this, studies have not been carried out about this propagation in vitro of this specie. Thus, an alternative for the blueberry-explant regeneration is the micro-propagation in the laboratory, using the Aloe Vera gel (*Aloe barbadensis* Miller), since it has tried at medicinal and fruit plants, obtaining good results because it enhances the growth, the cellular regeneration, the auxinic activity, the synthetic regulation, and provides essential mineral elements in culture medium, besides of in-vitro root penetration. A literature review is done in this article about the aspects related to the potential use of the Aloe Vera gel, for the unripe berry explants regeneration.

KEYWORDS

Growth Enhancer, Promising Specie, Cellular Regeneration.

INTRODUCCIÓN

La micropropagación consiste en la multiplicación de plantas en un ambiente artificial controlado, empleando un medio de cultivo adecuado. En ésta, se hace uso de la propiedad totipotencial que tienen las células vegetales, a partir de una planta madre para obtener la propagación masiva de plantas genéticamente idénticas, denominadas clones (Garcilia, 2015). Este sistema por lo general se desarrolla en cuatro etapas; el establecimiento del cultivo, desarrollo y multiplicación embrionaria, enraizamiento y aclimatización de plantas, que pueden combinarse en condiciones *ex-vitro* (Olmos *et al.*, 2010).

El cultivo de tejidos vegetales, es una descripción genérica que involucra diferentes técnicas para la producción de material vegetal diverso, incluyendo las de protoplastos, células, tejidos, órganos y plantas completas. Sin embargo, para producir plantas *in vitro* se deben tener en cuenta aspectos generales relacionados con el explante, la asepsia, el medio de cultivo, las condiciones de incubación y el balance hormonal, relacionado con la respuesta morfogénica de la planta (Flaschland *et al.*, 2009).

De esta forma es posible obtener plantas en un medio nutritivo estéril en condiciones ambientales controladas, aprovechando la aptitud para la variación y capacidad de modificación genética que presentan las células (Atarés, 2007). Dicha técnica requiere de medios de cultivo en concentraciones adecuadas y en condiciones físicas óptimas, para el crecimiento de los explantes vegetales, por lo que se han creado numerosos medios nutritivos cuyas diferencias estriban en las cantidades y

tipos de sales empleadas, entre los más usados para especies promisorias se encuentran: Medio WPM, Murashige y Skoog (MS); Linsmaier y Skoog (LS); Borgin y Nitsch (BN); Gamborg (B5); White, Miller y Oyima (Ramos, 2012). Estos son utilizados en vegetales como base para la micropropagación rápida de clones, eliminación de virus y enfermedades, producción de haploides, aislamiento y uso de protoplastos, cultivo de embriones, producción de fitoquímicos, ingeniería genética, mutación y selección celular, así como la producción de semillas sintéticas y estudios básicos de anatomía, desarrollo, fisiología y nutrición vegetal (Mroginski *et al.*, 2010).

Un factor determinante en el éxito de la micropropagación es que los medios de cultivo contengan sustancias para el crecimiento y desarrollo de los tejidos vegetales que aporten los nutrientes necesarios para que las células puedan desarrollarse con normalidad. Se requiere de sales inorgánicas, una fuente de carbono en el caso de no poder realizar fotosíntesis, vitaminas y fitohormonas como reguladores de crecimiento, aminoácidos, azúcares y otros elementos que son importantes para el desarrollo del cultivo *in vitro* (Campo *et al.*, 2007). En algunos medios es necesaria la incorporación de ácidos orgánicos como el málico, el cítrico, el pirúvico y el succínico, y es frecuente el empleo de L-glutamina y de caseína hidrolizada como precursores de aminoácidos (Mroginski *et al.*, 2010).

Comb & Newton, (2003) afirman que para algunas especies, el enraizamiento *in vitro* puede ser el único método de estimulación en plántulas, Rodríguez (2014) señala que el uso de sustancias líquidas encontradas de forma natural, como la leche de coco, jugos de frutas (plátano, tomate), extractos de levaduras,





malta y tubérculos (papa), junto con la caseína hidrolizada, tienen la capacidad de promover el crecimiento vegetal.

Dado lo anterior, se ha demostrado la eficacia del *Aloe vera* en la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivo de tejidos vegetales, debido a su poder activador, estimulante y acelerador celular en la regeneración de explantes. Este comportamiento está relacionado directamente con su composición química, ya que es portador de 12 vitaminas, 20 minerales esenciales, 18 aminoácidos entre ellos el ácido glutámico y arginina, además de polisacáridos, enzimas (oxidasa, catalasa, amilasa, lipasa), elementos nutricionales en K, Ca, Mg, P, S, proteínas, ácidos orgánicos, aporte nutricional y de minerales esenciales, como ha sido reportado por algunos autores como García M. (2000); Jia Y. (2008); Reynolds (2004). Además de las ventajas que ofrece debido a su efecto antioxidante y antimicrobiano (Rodríguez, 2006).

El agraz es una especie no estudiada bajo la técnica *in vitro*, razón por la cual es necesario ampliar el campo de investigación, ya que existe una gran demanda de sus frutos. Además, teniendo en cuenta que los métodos convencionales de propagación no permiten la obtención de cantidades suficientes de materiales vegetativos para el establecimiento de huertos comerciales (Ávila *et al.*, 2007), esta revisión presenta los antecedentes que existen sobre el uso potencial del gel de *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) durante la etapa de enraizamiento en explantes bajo condiciones *in vitro*, frente a otras sustancias naturales promotoras del crecimiento vegetativo, propone su uso en la generación de explantes de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz).

Características generales del agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*).

El agraz es un arbusto pequeño con un porte que oscila entre 1 y 4 m de altura (Ávila *et al.*, 2007). Se encuentra en estado silvestre, en las tres cordilleras colombianas, entre los 1800 y los 3000 m s. n. m. con mejor adaptación a los suelos ácidos y se desarrolla en bosques secundarios, en rastrojos bajos, o en plantaciones de pino y ciprés (Arjona B., 2010).

Es una fruta exótica de interés económico en Colombia (Ligarreto *et al.*, 2008), destacándose como una especie promisoriosa para desarrollarse con enfoque económicamente rentable, por la capacidad de adaptación a diferentes ambientes de la zona alto andina, existiendo variaciones genéticas que pueden utilizarse en la selección de clones. A ello se suma un panorama favorable para el desarrollo del cultivo y su industria, si se tiene en cuenta que las Ericáceas (familia a la que pertenece el mortiño) son demandados a nivel internacional, sobretodo en Europa y Estados Unidos, generando a corto plazo el posicionamiento de Colombia como un gran exportador de la fruta (Ruiz, 2011).

Dentro de las condiciones agroecológicas necesarias para el óptimo desarrollo del agraz se requiere una temperatura de 8 °C a 16 °C, una humedad entre el 60 y 80 % y una pluviosidad de 800 a 2000 mm año. Los requerimientos edáficos para la multiplicación, corresponden a los presentados en los ecosistemas de alta montaña, siendo suelos de textura arenosa, húmica, sueltos, ricos en materia orgánica, pH ligeramente ácidos a neutros (Muñoz y Ligarreto, 2009).

En cuanto a su morfología, el fruto de agraz es una baya casi esférica



rica (Buitrago *et al.*, 2015), presenta bayas globosas de color verde en estado inmaduro y morado oscuro, casi negro, en su madurez (Magnitski y Ligarreto, 2007). Las flores pueden ser tetrámeras o pentámeras, cáliz con lóbulos apiculados, ciliados en el margen hacia el ápice, corola urceolada-cilíndrica, blanca o manchada de rosado o rojo, estigma truncado (Arjona 2001).

Esta especie se puede propagar de forma sexual (semillas) y asexual (estacas-acodos), no obstante, en la reproducción sexual, los procesos de germinación y desarrollo de plantas son largos, (Magnitski y Ligarreto, 2007) por lo que generan

retrasos en el proceso fisiológico de madurez, a esto se suma que la cantidad de plántulas viables obtenidas por este método es baja (Baskin *et al.*, 2000). Medina (2007), indica que la siembra de semillas de agraz en su proceso de crecimiento puede tardar hasta cuatro años. En cuanto a la propagación asexual mediante estacas y acodos se han reportado resultados poco satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de enraizamiento (Vallejo, 2000; Magnitski, 2007; Leon, 2001). Por lo que la generación de explantes es una técnica viable para garantizar la propagación de agraz mediante el incremento de tipo exponencial del número de



plantas obtenidas.

Para el establecimiento bajo la técnica *in vitro* del cultivo, los principales procesos a controlar son la selección, el aislamiento y la esterilización de los explantes, donde los materiales con mayor capacidad regenerativa, son los obtenidos de tejidos meristemáticos, ya sean yemas axilares o adventicias. En la etapa de multiplicación se debe mantener y aumentar la cantidad de brotes para los nuevos ciclos de diferenciación sucesiva, esta etapa comprende dos periodos: la fase de inducción y la fase de regeneración propiamente dicha (Olmos *et al.*, 2002). La primera implica, generalmente, el empleo de concentraciones

elevadas de reguladores de crecimiento (generalmente de auxinas más que citoquininas) para favorecer la diferenciación. La segunda etapa requiere del empleo de un balance hormonal adecuado para favorecer los procesos de diferenciación y multiplicación celular. Durante la etapa de enraizamiento y aclimatización, se produce la formación de raíces adventicias que en muchas especies leñosas resulta más complejo por su limitada capacidad rizogénica, por lo que suelen emplearse varios tipos de sustratos y reguladores de crecimiento que incluyen medio solidificado con agar, perlita y/o vermiculita humedecidas con medio nutritivo o agua (Roca, 1991).

Medios de cultivos para la inducción a una respuesta morfogénica de explantes

Los medios de cultivo son una mezcla de nutrientes que, en concentraciones adecuadas y en condiciones ambientales óptimas, permiten el crecimiento de los explantes vegetales; los componentes de los medios de cultivo se agrupan en cinco clases: a) macro y micro elementos; b) fuentes de carbono, generalmente sacarosa; c) vitaminas; d) nitrógeno reducido, y e) reguladores del crecimiento (Villalobos *et al.*, 1984). Los macroelementos compuestos por C, H, O, P, K, N, S, Ca, y Mg y los microelementos por B, Zn, Cu, Mo, Fe, Cl (Roca, 1991).

Dentro de los macro elementos, el Nitrógeno (N) se suministra en forma de nitrato y amonio (Pérez, 20016), dado que el uso de nitrato exige una mayor demanda energética para la asimilación del nitrógeno si se compara con el amonio. Algunos explantes crecen mejor si se les suministra nitrógeno reducido, las fuentes de nitrógeno reduci-

do son los aminoácidos que participan en la nutrición de los tejidos y células vegetales (Krikorian, 1995); el Magnesio (Mg), hace parte de la molécula de clorofila y de los ribosomas; en cuanto al Calcio (Ca), constituye la pared celular e interviene en la respuesta del crecimiento; el Fósforo (F), forma parte de las moléculas que almacenan y transfieren la energía química de los ácidos nucleicos; el Potasio (K), desempeña un papel importante en la regulación osmótica y en la actividad enzimática; el Azufre (S), es necesario para la síntesis de algunos aminoácidos; por su parte el Hierro (Fe), forma el núcleo del citocromo; el Molibdeno (Mo), es fundamental para la actividad de la nitroreductasa; el Manganeseo (Mn), induce la síntesis de clorofila que se requiere para la formación del O₂ en la fotosíntesis; mientras que microelementos como el Boro (B), son necesario para el sostenimiento de la actividad meristemática; el Cobre (Cu), permite la oxidación respiratoria final y está ligado al proceso de lignificación; el Zinc (Zn), es requerido para la oxidación de compuestos fenólicos; el Cobalto (Co), es un componente de la vitamina B12; el Cloro (Cl), es fundamental para las reacciones que llevan a la evolución del O₂ en la fotosíntesis (García, 2000).

Debido a la baja intensidad lumínica suministrada durante la técnica *in vitro* a la que la planta se ve expuesta, es necesario suministrar sacarosa como fuente de carbono (Pierik 1990). De igual forma, se adicionan vitaminas necesarias para el crecimiento, diferenciación y catabolismo, generalmente vitamina B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), B3 (Ácido nicotínico), B5 (Ácido pantoténico), B6 (Piridoxina), B9 (ácido fólico), vitamina H (Biotina), vitamina E (α -tocoferol), vitamina C

(Ácido ascórbico), con un rango de concentración de 1-100 mg/l.

Por último, se requiere de reguladores de crecimiento vegetal, en concentraciones bajas, cercanas a 1 mM (milimolar: 0.001 moles por litro de solución). Cada uno de los reguladores no solo influye en las respuestas de muchas partes del vegetal, sino que tales respuestas dependen de la especie, del órgano del vegetal, del estado de desarrollo, de las concentraciones endógenas y exógenas, de las interacciones entre reguladores de crecimiento y diversos factores ambientales (Salisbury y Ross, 1994). Dentro de los reguladores de crecimiento se encuentran auxinas, citoquininas y giberelinas como inductoras de crecimiento; por su parte el ácido abscísico y etileno, se reportan como inhibidores del crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2009).

Las auxinas tienen la capacidad de regular el crecimiento, la división celular y la diferenciación de raíces en los cultivos *in vitro* (Davies, 1995). Las auxinas más utilizadas son el AIA (Ácido Indol-3- Acético), el ANA (Ácido α -Naftalenacético), el 2,4-D (Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético), el AIB (Ácido Indol Butírico), el pCPA (Ácido p-clorofenoxiacético) y el BTOA (Ácido Benzotiazol-2- oxiacético). El ácido indol-3- acético o AIA es la auxina más conocida, es una hormona natural que se produce en los ápices de los tallos, meristemas y hojas jóvenes de yemas terminales (Suárez, 2011).

Morfología de la planta de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller)

El *Aloe vera* es una planta perenne de la familia Liliaceae, originaria de África, específicamente de la península de Arabia. Es una planta de hojas alargadas, carnosas y poseen un borde espinoso dentado. El *Aloe vera* pertenece a un género

de plantas que abarca más de 400 especies, y se ha demostrado científicamente que son cuatro tipos los que presentan mayores propiedades medicinales: *Aloe barbadensis* Miller, *Aloe perryi* Baker, *Aloe ferox* y *Aloe arborescens*. (Vega *et al.*, 2005, IASC, 2009). Las especies del género de los áloes son casi siempre leñosas, pero con hojas muy grandes y carnosas, dispuestas en grandes rosetones y con una espina recia en su extremo, armadas de otras espinas marginales más pequeñas. Contiene la mayoría de sus carbohidratos en forma de polímeros de manosa (accemanos), vitamina A, vitaminas B1, B5, B6 y vitamina C (García *et al.*, 2006).

Ramírez (2003) describe que el gel de *Aloe vera* contiene alrededor de 98,5 % de agua envuelta por una delgada pared celular, sus mucílagos están formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa (Bozzi *et al.*, 2006; Vega *et al.*, 2007; He *et al.*, 2005).

Composición química de la planta de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller).

Se reporta que la planta del *Aloe vera* posee una mezcla compleja de componentes y más de 20 de estas sustancias tienen actividades benéficas, (Tabla 1); a ello se suma el análisis fotoquímico de la sábila donde refleja el contenido de proteínas en 0.013 %, polisacáridos 0.2 – 0.3%, resinas 40 – 80%, aloína 20%, aceites esenciales, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, taninos, glucosa, y agua (Retamar, 1995). Un 99.4% del peso del gel de *Aloe vera* es agua, más del 60 % de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos responsables de la actividad biológica del gel, la





capacidad de retención de agua, propiedad antioxidante y efectos protectores en células. Dentro de estos polisacáridos se pueden citar la glucosa, manosa, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos, (Wu *et al.*, 2006; Chun-hui, *et al.*, 2007). De igual forma, en su mayoría presenta constituyentes fenólicos (cromonas, aloesina, antraquinonas, barbaloína, la isobarbaloína y la aloemodina) (Jia *et al.*, 2008).

Tabla 1. Componentes químicos de la planta de *Aloe vera* (*Barbadensis* Miller) (Dagne, *et al.*, 2000; Choi y Chung, 2003; Ni, Turner, *et al.*; Hamman y Viljoen, 2008).

| Composición | Compuestos |
|--------------------------------|---|
| Antraquinonas | Ácido aloético, antranol, ácido cinámico, barbaloína, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, éster de ácido cinámico, aloína, isobarbaloína, antraceno, resistanol |
| Vitaminas | Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitamina B6, betacaroteno |
| Minerales | Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo |
| Carbohidratos | Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructuosa, acemanano, sustancias pépticas, L-ramnosa |
| Enzimas | Amilasa, ciclooxidasas, carboxipeptidasas, lipasa, bradikinasas, catalasas, oxidasas, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa |
| Lípidos y compuestos orgánicos | Esteroides (campesterol, colesterol, β -sitosterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, gibberelina, triterpenos |
| Aminoácidos | Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina |

Uso de gel de *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) en medios de cultivo

Rodríguez y Hechevarría (2006) mencionan al gel de *Aloe vera* como aportador de nutrientes, sustancias estimuladoras de crecimiento y resaltan su empleo en la obtención de medios nutritivos de cultivo de tejidos. Rodríguez (2015) por su parte destaca los efectos estimulantes encontrados en relación con la formación de raíces, superando incluso a los reguladores tradicionales, demostrando así la potencial presencia activadora de auxinas en su composición y de fosfatos de manosa cuya función se relaciona con el crecimiento de tejidos y cicatrización, pues controlan la división celular continuada, ligada al proceso de rizogénesis (Coll, J. *et al.*, 2009.)

Minond (2011), identifica que el *Aloe vera* posee una hormona capaz de acelerar la formación y crecimiento de células nuevas, gracias al calcio; el cual es vital para la osmosis celular (intercambio de líquido), y contribuye a mantener en las células su frágil equilibrio interno y externo. Además, contiene 19 aminoácidos esenciales, necesarios para la formación y estructuración de las proteínas, que son la base de las células y tejidos. La presencia de manosa, glucosa, galactosa y trazas de arabinosa, xilosa y ramnosa, producto de la hidrólisis ácida del crudo de polisacáridos son características en las especies *Aloe vera* L. y *Aloe arborescens* Miller (Larionova *et al.*, 2004). Otro polisacárido, presente en el gel de *Aloe vera* es el glucomanano, característico por ser de tipo heteropolisacárido, el cual presenta una estructura química compuesta por D-manosa y D-glucosa (Vega *et al.*, 2005), mientras que en el *Aloe barbadensis* Miller se ha caracterizado un nuevo polisacárido de elevado peso molecular, Aloérido, constituido por glucosa (37,2 %), galactosa (23,9 %), manosa (19,5 %) y arabinosa (10,3 %) (Nirmal *et al.*, 2001).

En cuanto a los aminoácidos aportados por el gel se encuentran la lisina, valina, fenilalanina, metionina, ácido aspártico, ácido glutámico, arginina y serina (García, 2007), donde la lisina interviene en mecanismos de resis-



cia a las tensiones externas y las potencia; en cuanto a la alanina participa en la síntesis de clorofila; la valina interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones adversas; la metionina como precursor de etileno, incrementa calidad y maduración; el ácido aspártico interviene en casi todos los procesos metabólicos de la planta; el ácido glutámico es precursor de otros aminoácidos, estimula el crecimiento y estimula los procesos fisiológicos en hojas jóvenes, interviene en los mecanismos de resistencia a factores adversos, vía foliar, ayuda a la planta a sintetizar los aminoácidos que en ese momento requiere; la arginina estimula el crecimiento de las raíces, junto con metionina, teniendo una acción rejuvenecedora en la planta y la sérina interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones ambientales adversas (López, 2010).

Por otra parte, el gel de *Aloe vera*, ha demostrado su eficacia en la sustitución de reguladores en medios de cultivos para el enraizamiento *in vitro* de las plantas medicinales y frutales en condiciones de

campo, demostrando la posible sustitución ya sea total o parcial del agar empleado tradicionalmente (M & S) por gel de *aloe vera* y/o harina sagú (*Maranta arundinacea* L.) en el crecimiento y desarrollo óptimos de especies (Rodríguez, 2016). Estudios realizados por García *et al.*, (2003), demuestran que a diferentes concentraciones del medio de cultivo base MURASHIGE Y SKOOG (M & S), enriquecido con extracto de *Aloe vera*, en la micropropagación de plátano presentó buena respuesta fisiológica y enraizamiento satisfactorio. Adicionalmente García *et al.*, (2008) reporta una respuesta fisiológica positiva en la fase de enraizamiento con micropropagación de la misma especie platanera. Por su parte Rodríguez (2002), ha comprobado el efecto sobre *Matricaria recutita* L. y otras especies de plantas medicinales en condiciones de laboratorio, donde el tratamiento con este gel ejerció una acción estimulante en el crecimiento de los tejidos; estos resultados dan cuenta de los fundamentos científicos sobre el uso del gel en la técnica *in vitro*.

Es de resaltar que los aloes han demostrado ventajas frente a otros medios de cultivo, debido a su capacidad antimicrobial (Castillo, 2002), al igual que la actividad inhibitoria en algunos *Bacillus*, bloqueando la síntesis de los ácidos nucleídos en las bacterias, probablemente debido a la presencia de antraquinonas (metabolitos secundarios que actúan en la planta como mecanismo de defensa), tales como aloin, barbaloin y ácido aloético, que aportan un efecto antibiótico y antiviral. Flores (2010) menciona que la saponina y aleotina presentes en gel de *Aloe vera* contienen un carácter antiséptico con un amplio espectro bactericida y antiviroso en cultivos *in vitro*; en conjunto estos compuestos pueden llegar a neutralizar el efecto de las toxinas microbianas. Navarro (2013) plantea que el gel de *Aloe vera* es capaz de inhibir el crecimiento *in vitro* de hongos importantes en poscosecha de frutos (*B. cinerea* y *P. digitatum*).

De esta forma, el gel de *Aloe Vera* puede ser una alternativa como sustituto en la composición de medios de cultivo en etapa de enraizamiento de plantas de Agraz sin afectar la eficiencia y producción, ya que los métodos tradicionales son costosos y generan contaminación. Hasta el momento se ha empleado el gel de *Aloe vera* como medio de cultivo mediante la técnica *in vitro* debido a las propiedades que presenta como aportante nutricional, estimulador de enraizamiento, crecimiento celular, regenerador de tejidos, efecto antioxidante y antimicrobiano, con respuestas exitosas en procesos fisiológicos de especies aromáticas y frutícolas en ambientes controlados, lo cual permite proponer la factibilidad de su uso para la obtención de explantes de agraz. ☺

BIBLIOGRAFÍA

- ARJONA. 2001. El Mortiño o Agraz (*Vaccinium meridionale*, Ericaceae) como planta promisorias en la región del parque Arvíl. Memorias del seminario de Plantas Promisorias, Facultad de Agronomía Universidad Nacional. Colombia.
- ARJONA, B. 2010. El Mortiño o Agraz (*Vaccinium meridionale*, Ericaceae) como Planta Promisorias en la Región del Parque Arvíl (Antioquia, Colombia). Memorias del seminario de plantas promisorias. Medellín: Universidad Nacional, Seccional Medellín. Coombia.
- ATARÉS, A. 2007. El cultivo in vitro de plantas: ventajas y aplicaciones. Disponible en http://www.ibmcp.csic.es/docs/tecnicas_cultivo_in_vitro_plantas.pdf. Consultado 18/08/2016.
- ÁVILA, R., CUSPOCA, R., FISCHER, G., LIGARRETO, G. & QUICAZAN, C. 2007. Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) almacenado 1 a 2 °C. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 60(2): 4. Colombia
- BASKIN, C., MILBERG, P., ANDERSSON, L. & BASKIN, J. 2000. Germination studies of three dwarf shrubs (*Vaccinium*, Ericaceae) of northern hemisphere coniferous forests. *Revue Canadienne Journal Botanique* 78(12), 1552-1560.
- BOZZI, A.; PERRINI, C., AUSTIN, S. & ARCE, F. 2006. Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powder. *Food Chemistry* 103, 22-30.
- BUITRAGO, C., RINCÓN, R., BALAGUERA, B. & LIGARRETO, G. 2015. Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179933010013.pdf>. Consultado en 22/03/2016.
- CAMBS, J. & GERALD, F. 2012. *The Vitamins*, 4 ed. Burlington: Elsevier Science.
- CASTILLO, N. 2002. Productos que se pueden obtener de la sábila Frontera activa Salud/Aloe o sábila. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos10/aloee/aloee2.shtml>
- CHOI, S. & CHUNG, M. 2003. A review on the relationship between Aloe vera components and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine* 1, 53-62.
- CHUN-HUI, L., CHANG-HAI, W., ZHI-LIANG, X. & YI, W. 2007. Isolation, chemical characterization and antioxidant activities of two polysaccharides from the gel and the skin of Aloe barbadensis Miller irrigated with sea water. *Process Biochemistry* 42, 961-970.
- COMB, M. & NEWTON, I. 2003. Vegetative propagation of Eucalyptus: Using tissue culture and its application to forest improvement in Western Australia. In *Proceeding 5th International Congress on plant tissue and cell culture* Ed. A. Fujiwara, Tokyo, 721-722.
- COLL, J., RODRIGO, G., GARCÍA, B. & TAMÉS, R. 2009. *Fisiología vegetal. Auxinas* ED. Pirámide. Madrid 327pp.
- DAGNE, E., BISRA, D., VILJOEN, A. & VAN WYK, B. 2000. Chemistry of aloe species. *Current Organic Chemistry* 4, 1055-1078.
- ECURED. (2006). Medios de cultivo para la propagación in vitro. Disponible en http://www.ecured.cu/Medios_de_cultivo_para_la_propagacion_in_vitro. Consultado en 07/02/2016.
- ERDMAN, J., MACDONALD, I. & ZEISEL, S. 2012. *International Life Sciences Institute Present Knowledge in nutrition*. 10th ed. Ames, Iowa. International Life Sciences Institute.
- DEL CAMPO, F., SANZ, S. & HERNÁNDEZ, L. 2007. Laboratorio Avanzado de Fisiología Vegetal, Módulo de Cultivo In Vitro. Disponible en <https://www.uam.es/docencia/LAvanFis/guiones/guionCI200607.pdf>. Consultado en 06/03/2016.
- FLASCHLAND, E., SANSBERRO, P. & MROGINSKI, L. 2009. *Biología y Mejoramiento Vegetal II. En Establecimiento de cultivo de tejidos vegetales*. Colombia, 17.
- GARCÍA, M. 2000. Propagación clonal "in vitro" del Eucalipto saligna. Pinar del Río. Cuba 100h Ministerio de Educación Superior. Disponible en <http://unicencia.ambientalex.info/infoCT/Algexputipremmedculcu.pdf>. Consultado en 05/03/2016.
- GARCÍA, M. 2007. Composición Química de la Sábila (Aloe vera esp. *Barbadensis miller*). Disponible en <http://www.trabajos57/aloee-vera-platanos/aloee-vera-platano2.shtml>. Consultado en 02/10/2015.
- GARCÍA, J., VALDEZ, R., MURILLO, B., BELTRÁN, F., ESPINOZA, F., CASTILLO, I. & DIÉGUIZ, E. 2006. Preliminary compositional nutrient diagnostic norms in Aloe vera L. grown on calcareous soil in an arid environment. *Environmental and Experimental Botany* 58, 244-252.
- GARCILIA, R. 2015. La Propagación de Plantas In-vitro, Un Éxito Biotecnológico. Revista de divulgación universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Disponible en <http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones-antiores/articulos/75-numero-10/153-la-propagacion-de-plantas-in-vitro-un-exito-biotecnologico.html>. Consultado en 23/03/2016.
- GONZÁLEZ, . 2000. *Biología Vegetal. "Métodos de Propagación "in vitro" en Plantas"*.
- HAMMAN, J. & VILJOEN, A. 2008. Use of Aloe vera for increasing the bioavailability of poorly absorbable drugs. SA patent application.
- HE, Q., CHANGHONG, L., KOJO, E. & TIAN, Z. 2005. Quality and safety assurance in the processing of Aloe vera gel juice. *Food Control* vol. 16, 95-104.
- HORACIO, R. & BURM, N. 2006. Gel de Aloe vera (L) y harina de sagú como soporte sólido de medio de cultivo para plantas medicinales. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962006000100007#cargo. Consultado en 02/11/2015.
- IASC. 2009. International Aloe Science Council. "IASC Presents a Scientific Primer on Aloe" Disponible en http://www.iasc.org/pdfs/IASC_Aloe_vera_A_Scientific_Primer.pdf. Consultado en 09/03/2016.
- JARDÍN BOTÁNICO. 2005. Gabinet de Didactica Jardín Botánico. Disponible en <http://www.jardibotanico.org/fotos/pdf/ag141ALOE%20VERA-MANUAL.pdf>. Consultado en 22/01/2016.
- JIA, Y., ZHAO, G. & JIA, J. 2008. Preliminary evaluation: The effects of Aloe ferox Miller and Aloe arborescens Miller on wound healing. *Journal of Ethnopharmacology*, 181-189.
- JÓ GARCÍA, M., HERNÁNDEZ, R., LOACES, D., RODRÍGUEZ, M. & NGUYEN, G. 2008. Utilización del Aloe vera L. en la composición de medios de cultivo para la micropropagación de la variedad comercial de plátano FHIA 18. Disponible en http://www.buscagro.com/biblioteca/Maria-JoGarcia/Efectodel_aloe_enlamicropropagacion.pdf. Consultado en 23/01/2016.
- JÓ GARCÍA, M., HERNÁNDEZ, R., BUSTIOS, S., ESTEVES, M., ECHEVARRIA, Y., CRUZ LAZO, R. & BUSTO, A. 2003. Algunas experiencias en la utilización del Aloe vera L. en la preparación de medios de cultivo. Disponible en <http://unicencia.ambientalex.info/infoCT/Algexputipremmedculcu.pdf>. Consultado en 04/02/2016.
- KRIKORIAN. 1995. *Hormones in tissue culture and micropropagation*. En: *Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology*. Dordrecht, Boston, London.: Kluwer Academic Publishers.
- LARIONOVA, M., CASTILLO, R., VALIENTE, O. & FUSTÉ, V. 2004. *Rev Cubana Plant Med v.9 n.1 Ciudad de La Habana*. Estudio químico de los polisacáridos presentes en Aloe vera L. y Aloe arborescens Miller cultivados en Cuba. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962004000100004. Consultado en 03/03/2016.
- LEÓN, A. 2001. *Cultivo de arándanos: Blueberries*. Guía Frutihortícola Santiago de Chile. Chile: ED. Librería Santa Fe - Fundación Chile.
- LIGARRETO, G. 2009. Descripción del género *Vaccinium*, estudio de caso. Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño mortiño (*Vaccinium meridionale*

BIBLIOGRAFÍA

- Swartz) en la zona altoandina de Colombia Universidad Nacional de Colombia. Colombia 23-27.
- LIGARRETO, G., MONTAÑA, A., MUÑOZ, J., MATA LLANA, L. & PEREA, M. . En M. PERA, L. MATA LLANA, & TIRADO, A. 2008. Agraz (*Vaccinium* sp.). Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutales tropicales. Bogotá : Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: (en imprenta).
- LÓPEZ, A. 2010. Principales Funciones de los Aminoácidos en las Plantas, Describiendo los más Esenciales en el Metabolismo Vegetal. Disponible en <http://www.agrofischer.com.mx/2010/12/10/funciones-de-los-aminoacidos-en-vegetales/> Accesado en 22/03/2016.
- MAGNITSKI, S. & LIGARRETO, G. 2007. El efecto del nitrato de potasio, del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de semillas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Colombia 137-141.
- MEDINA, C. 2007. Mortiño, fruta promisoría para la salud y la economía del país. UN Periódico. Disponible en <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/mortino-fruta-promisoria-para-la-salud-y-la-economia-del-pais.html>. Accesado en 06/02/2016.
- MINOND, B. A. 2011. Propiedades de la Aloe Vera, Instituto Científico Weizman de Rejovot. Disponible en <http://www.israelenbuenosaires.com.ar/cgi-bin/vernota.cgi?nota=427-2674212507> Accesado en 23/03/2016.
- MROGINSKI, L., SANSBERRO, P. & FLASCHLAND, E. 2010. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II Cap. 1 Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales págs. 70-84. Disponible en http://intainforma.inta.gov.ar/wpcontent/uploads/2010/09/bio_WEB.pdf. Accesado en 12/01/2016.
- MUÑOZ, D., MARTÍNEZ, L. & LIGARRETO, G. 2009. Caracterización de los ambientes agroecológicos del agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz) en la zona altoandina de Colombia. Bogotá D.C., Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- NAVARRO, D. 2013. Efectos de los Tratamientos de Gel de ALOE, aplicados en pre- o post-recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa. Disponible en <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1371/1/TESIS%20DIANA%20MARIA%20NAVARRO%20MARTINEZ.pdf>. Accesado en 01/02/2016.
- NI, Y., TURNER, D., YATES, K. & TIZARD, I. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *International Immunopharmacology*, 1745-1755.
- OLMOS, S., LUCIANI, G. & GALDEANO, E. 2010. Métodos de propagación y conservación de germoplasmas. Disponible en http://www.argenbio.org/adu/uploads/Libro_INTA_II/Parte_IV.pdf. Accesado en 02/02/2016.
- PÉREZ, J. 2006. Cultivo invitro de plantas y sus aplicaciones en la agricultura. ED. La laguna: Arte y Comunicación Visual.
- PIERIK, R. 1990. In vitro. Culture of higher plants. Holland. ED. Kluwer Academic Publisher.
- PUGH, N. 2001. Characterization of Aloeride, a New High-Molecular-Weight Polysaccharide from Aloe vera with Potent Immunostimulatory activity. Ed. J. Agric. FoodChem, 1030-1034.
- RAMÍREZ, G. 2003. Sábila (Aloe Vera). Disponible en <file:///C:/Users/Mafe/Downloads/Dialnet-SabilaAloeVera-4956300.pdf>. Accesado en 22/03/2016.
- RAMOS, J. 2012. Avances de la Micropropagación in vitro de Plantas Leñosas. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2515/1/17127974.pdf>. Accesado en 12/11/2015.
- REYES, D. 2014. Actividad antimicrobiana in vitro del extracto de sábila (aloe vera L.) en microorganismos de interés clínico. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000300006. Accesado en 15/02/2016.
- REYNODS, T. 2004. Aloes: The Genus Aloe. Medicinal and aromatic plants-industrial profiles. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=5284731&pid=S1665-2738201200010000300082&lng=es. Accesado en 22/03/2016.
- ROCA. 1991. Cultivos de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones. ED Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.1991.
- RODRÍGUEZ. 2002. Efectos alelopáticos de Aloe vera (L.) Burm sobre otras especies de plantas medicinales en condiciones de laboratorio. *Rev Cubana Plant Med. Cuba*.
- RODRÍGUEZ. 2006. Gel de Aloe vera (L.) N.L. Burm. y harina de sagú como soporte sólido de medio de cultivo para plantas medicinales. *Rev Cubana Plant Med [online].*, vol.11(n.1). Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102847962006000100007&lng=es&nrm=iso. ISSN 1028-4796. Accesado en 13/03/2016.
- RODRÍGUEZ COBO, J. 2015. Efectos de los extractos de Aloe vera (*Kalanchoe pinnata*, *Zea mays*, *Gerbera jamesoni* Y del híbrido interespecífico *OxG(Elaeis oleifera x Elais guineensis)* como alternativas naturales de reguladores de crecimiento vegetal de tipo auxínico y citoquinínico en cultivo in vitro de *Saintpaulia ionantha* Wendl (violeta africana). Disponible en <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1504/1/RIUT-AAA-spa2015Efecto%20de%20los%20extractos%20de%20Aloe%20vera.%20Kalanchoe%20pinnata.%20Zea%20Mays.%20Gerbera%20jamesonii.pdf>. Accesado en 01/02/2016.
- RODRÍGUEZ. N. s.f. Gel de Aloe vera (L.) L. Burm y harina de sagú como soporte sólido de medio de cultivo para plantas medicinales. *Revista Colombiana*.
- RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, H. & HECHEVARRÍA SOSA, I. 2006. *Rev Cubana Plant Med v.11 n.1 Ciudad de la Habana*. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962006000100007. Accesado en 12/01/2016.
- RUIZ PÉREZ, G. 2011. Mortiño, fruta promisoría para la salud y la economía del país. UN Periódico, Disponible en <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/mortino-fruta-promisoria-para-la-salud-y-la-economia-del-pais.html>. Accesado en 04/03/2016.
- SOFÍA OLMOS, G. L. 2015. Parte IV Métodos de propagación y conservación de germoplasma. Disponible en http://www.argenbio.org/adu/uploads/Libro_INTA_II/Parte_IV.pdf. Accesado en 18/09/2016.
- VALLEJO, D. 2000. Fomento al mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*): como especie promisoría del Parque Regional Arví. Medellín: Ed. Corantioquia.
- VEGA, A., URUBE, E., LEMUS, R. & MIRANDA, M. 2007. Hot-air drying characteristics of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) and influence of temperature on kinetic parameters. *LWT-J food Science and Technology* vol.40, 1698-1707.
- VEGA G. A., AMPUERO C. N. & DÍAZ N. L. 2005. El Aloe Vera (*Aloe Barbadensis* Miller) Como Componente de Alimentos Funcionales. *Rev. Chil. Nutr: Vol. 32*, 208-214. *Revista Chilena de Nutrición*. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000300005. Accesado en 04/03/2016.
- VILLALOBOS A., LEUNG, D. W., & THORPE, A. 1984. Shoot formation in cultured cotyledon explants of radiata pine. *Universidad Católica de Occidente*. República del Salvador.
- WU, J., XU, C., SHAN, C. & TAN, R. 2006. Antioxidant properties and PC12 cell protective effects of APS-1, a polysaccharide from Aloe vera var. chinensis. *Life Sciences* vol 78, 622-630.