

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

REVISTA CIENTIFICA

VOLUMEN 8, ABRIL 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Loja - Ecuador

Los servidores de la Universidad Nacional de Loja nos comprometemos a cultivar en nuestros actos los siguientes valores y actitudes:

Honestidad y transparencia

Responsabilidad, mística, eficiencia

Respeto

Equidad

Tolerancia

Solidaridad

Lealtad y compromiso con la Institución

Creatividad, innovación, excelencia

Participación

(Cuarto Plan Quinquenal de Desarrollo, 2003-2008, p. 55)

ISSN: 1390-4167



Estudios Universitarios, Revista Científica, Volumen 8.
Impresa en la Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Loja
(calles Bernardo Valdivieso y Rocafuerte, esquina) en abril de 2008.
Tiraje: 1.100 ejemplares.
Teléfono: 07- 2573914. Página web: www.unl.edu.ec
e-mail: diredif@unl.edu.ec; ocf@unl.edu.ec
LOJÁ - ECUADOR

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
REVISTA CIENTÍFICA

VOLUMEN 8, ABRIL 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

LOJA-ECUADOR

La Comisión Editorial de la Universidad Nacional de Loja, considerará para su publicación en Estudios Universitarios, Revista Científica, artículos originales de investigación, comunicaciones técnicas, revisiones de literatura sobre todas las ciencias y otros, escritos en castellano u otros idiomas, redactados con exactitud, brevedad y claridad, guardando la estructura del artículo científico, y que no hayan sido publicados en otros medios impresos de difusión. Para artículos traducidos al español, esta norma se aplica a la traducción.

La reproducción, traducción, ubicación en la red, utilización de resultados de los trabajos publicados en Estudios Universitarios por terceros, se ajustará a las normas de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador (Ley 83 - Registro Oficial 320, 19.05.1998) y su Reglamento (Decreto Ejecutivo 508 - RO/120, 01.02.1999).

Presidente de la Comisión Editorial:

Lic. Jaime Wilson Valarezo Carrión, Mg. Sc.
Vicerrector de la Universidad Nacional de Loja.

EDITOR DEL VOLUMEN Nº 8:

Dr. Noé Bravo Vivar,
Profesor del Área de la Educación,
el Arte y la Comunicación.

© Estudios Universitarios, Revista Científica.
Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa"
La Argelia.
www.unl.edu.ec
E. mail: vrector@unl.edu.ec, oci@unl.edu.ec

Teléfono: 07-2547252
Fax: 07-2546075

Se podrá reproducir parcial o totalmente los artículos de la Revista citando la fuente.
Su distribución se ajustará a las disposiciones aprobadas para el efecto por la
Comisión Editorial.

ISSN: 1390-4167

Impreso en Ecuador – Printed in Ecuador – Imprimé en Equateur

Com.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
2003 - 2008**

RECTOR: Dr. Max González Merizalde, Mg. Sc.

VICERRECTOR: Lic. Jaime Wilson Valarezo Carrión, Mg. Sc.

DIRECTORES DE LAS ÁREAS ACADÉMICO-ADMINISTRATIVAS:

Dr. José Riofrío Mora

JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

Ing. Félix Hernández Cueva, Mg. Sc.

AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Dr. Héctor Silva Vilema, Mg. Sc.

EDUCACIÓN, ARTE Y COMUNICACIÓN

Dr. Víctor Hugo Jiménez, Mg. Sc.

SALUD HUMANA

Ing. Milton León Tapia, Mg. Sc.

ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

DIRECTOR EDITORIAL UNIVERSITARIA

Lic. Víctor Vicente Regalado Valarezo

Contenido

CIENCIAS DE LA SALUD

PÁG.

Reanimación neonatal: Capacidad resolutive de los servicios de Neonatología y Centro Obstétrico, Hospital Provincial General Isidro Ayora, Loja 2004. 1

Dr. Jorge A. Álvarez Toledo, Docente Área de la Salud Humana.

Doctora Nuvia Ludeña Misquero

Doctor Diego Álvarez Sempértégui

Desplazamiento epifisario capital del fémur. A propósito de un caso clínico (Tesis de grado). 19

Dr. María de los Ángeles Cevallos

Dr. Leonardo Cartuche.

CIENCIAS FORESTALES

Especies arbóreas que contribuyen a sostener las vertientes de agua en el cantón Paltas, provincia de Loja. 41

Edmigio Valdivieso C.

Franklin Chamba T.

Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. 57

Dr. Nikolay Aguirre Mendoza

Sven Günter

Bernd Stimm

GESTIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Alternativas orgánicas para mejorar la fertilidad de los suelos de zonas secas en la provincia de Loja. 67

Francisco Guamán

Magaly Yaguana

Efecto del carbón vegetal en las propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>) bajo invernadero.	PÁG. 85
Ing. Miguel Villamagua	
Ing. Ermel Loaiza	
Egdo. Pablo Naula	

ENERGÍAS

El modelo eléctrico ecuatoriano. Nuevos paradigmas.....	101
Ing. Jorge Patricio Muñoz	
Cocina solar de reflectores interiores.	127
Ing. Thuesman Montaña	

TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Algunas soluciones técnicas, utilizando materiales tradicionales en los acabados de ambientes de vivienda tradicional en el barrio Punzara de la ciudad de Loja.	147
Lic. Carlos Andrade Díaz	

GEOLOGÍA

Los deslizamientos en el sistema vial del cantón Loja.....	163
Ing. Jorge Michael Valárezo, Docente, Coordinador de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial	

PEDAGOGÍA APLICADA

Obtención del ácido alfa amino pentanodioico para facilitar los procesos de aprendizaje.	169
Ing. José Ochca Alfaro	

GENÉTICA

Búsqueda de marcadores moleculares en Naranjilla (<i>Solanum quitoense</i> Mill), para la resistencia al Nematodo (<i>Meloidogyne incognita</i>) y <i>Fusarium oxysporum</i>	179
Morales, Rafael	
Espinosa, Georgina	
Morales, Natalia	
Troya, Henry	
López, Patricio	

	PAG.
Estudio de la variabilidad genética de especies nativas de la Amazonía usando marcadores moleculares AFLPSs (Resumen de investigación UNL-CONESUP).	197
Rafael Morales Alexandra Narváez Natalia Morales Patricio Castro	
RESÚMENES DE TRABAJOS REALIZADOS POR ESTUDIANTES DE LA UNL BENEFICIARIOS DEL PROGRAMA DE INTERCAMBIO Y COOPERACIÓN AMAZÓNICA DE INICIATIVA AMAZÓNICA Y UNAMAZ¹	221
Monitoreo y evaluación de los sistemas agroforestales del Bosque Alexander von Humboldt	237
Ángel Rolando Robles Carrión.	
Uso de la densidad del suelo como indicador en la evaluación ponderada de impactos ambientales en propiedades rurales en la Amazonía.	241
Gabriele Maricell Rojas Morán	
3. Avaliação da performance ambiental em reservas extractivistas no Estado de Acre, Amazonía, Brasil.	247
Claudio Roberto Sosoranga Uchuari	

1 Tomados de: Intercambios estudiantiles en la Amazonía. Resultados y experiencias de los dos primeros años del Programa de Intercambio y Colaboración Amazónica de la Iniciativa Amazónica y la UNAMAZ, Michael Arnegger, Roberto Porro, Sandra Velarde, Eugenia Isnardi, Alan Neves. Primera edición, Primera impresión (2007), 500 ejemplares, pp. 49, 65, 77.

EDITORIAL

La gestión de las autoridades responsables de la elaboración y ejecución del “IV Plan Quinquenal de Desarrollo 2003-2008 de la Universidad Nacional de Loja” (IVPQD) llega a su término. Nuestra comunidad universitaria se apresta a elegir a sus conductores para el período 2008-2013. Previamente, durante el año 2007, se ha llevado a cabo el proceso de autoevaluación institucional, orientado a obtener la evaluación externa y la acreditación y que sirve también, obviamente, para examinar el desempeño de la Universidad en el cumplimiento de sus funciones específicas durante el último período.

Dada la naturaleza de esta publicación, centraremos nuestra atención en el desempeño de la Universidad en el campo de la investigación. La Visión al año 2013 del IV PQD dice que: “Los conocimientos que se generan en la UNL son el producto de proyectos, organizados en programas y líneas de investigación, contruidos y ejecutados con la participación de las organizaciones de desarrollo y la sociedad civil, en los niveles local, provincial, regional y nacional” (p. 54). Y que: “Los proyectos de investigación que se ejecutan en la UNL tienen en cuenta las dimensiones ética, cultural, social, económica y ambiental, como referentes del desarrollo humano sustentable.” (Ibid.). En cuanto a la misión, el documento en mención señala: “Sistematizar los avances del conocimiento científico-técnico y realizar investi-

gación científico-técnica articulada a la realidad regional y nacional, difundir sus resultados e incorporarlos a los procesos de formación y desarrollo humano.” (Ibid.)

Estas Visión y Misión se concretan en el objetivo general: “Generar y aplicar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, y promover los conocimientos ancestrales que den respuestas efectivas a las complejas problemáticas del entorno regional” (p. 57); y, en las líneas estratégicas de acción para la Función Investigación: “Formulación y ejecución de proyectos de investigación articulados a las líneas de investigación-desarrollo, fortalecimiento de la capacidad de investigación de los docentes, desarrollo de mecanismos de gestión para la investigación.” (Ibid.)

En cumplimiento de este objetivo y estrategias se ejecutan actualmente 50 proyectos de investigación (3 desde 1997, 47 desde el 2004)), con el financiamiento del CONESUP (6), de FUNDA-CYT (4), de los fondos CEREPS (12), de la Universidad Nacional de Loja (18), cooperación italiana -COSV- (2); y, otras fuentes (8).

De estos proyectos, 3 pertenecen al Área Educativa, 2 al Área de la Salud Humana, 1 a las Áreas de la Salud Humana y Agropecuaria (en cooperación con la Università degli Studi di Parma-Italia), 1 al Área Jurídica, Social y Administrativa, 43 al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

Algunos de estos proyectos se ejecutan en convenio con otras instituciones: 8 universidades (3 alemanas -Mainz, Bayreuth, Stuttgart-, 2 españolas -Santiago de Compostela y Politécnica de Valencia-, 1 boliviana -Universidad Mayor de San Simón-Bolivia, en asocio con la UNL y la Politécnica de Valencia-, 2 ecuatorianas -Técnica de Quevedo, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ESPOCH-, 1 italiana -Università degli Studi di Parma); 1 con la UNESCO; 2 con el Comité de Coordinación de

las Organizaciones para el Servicio Voluntario, COSV; 6 con el CONESUP; 4 con FUNDACYT (en 2 de ellos entra el MAG, en 1 el Municipio de Loja, en 1 PREDESUR).¹

Es evidente el predominio de los proyectos de investigación que se ejecutan en el Área Agropecuaria². Buscando alguna explicación, se podría argüir que ésta es, luego de la Jurídica, el Área más antigua de la UNL (fue fundada como Facultad de Ciencias, en 1944). No obstante, tal vez sería más acertado decir que, el de las ciencias agropecuarias, es un dominio de enorme importancia, no solamente debido a su íntima relación con la producción de alimentos para la humanidad sino, sobre todo en la actualidad, debido a los esfuerzos que científicos, gobiernos y otras instituciones realizan para tratar de revertir los daños que la irracional explotación de sus recursos ha infringido a la naturaleza.

También es cierto que, a partir del último tercio del siglo 20, gobernantes, teóricos y técnicos, echaron la culpa de los fracasos en el desarrollo económico del país al “predominio” en el currículum de los establecimientos educativos del país, de las así llamadas “materias/carreras humanísticas”. La respuesta de los organismos responsables de la educación y la investigación científica fue la de volcar el apoyo a la educación técnica y a la investigación en ciencias naturales. Claro que ello no explica tampoco el predominio, dentro de las ciencias naturales, de las investigaciones en el campo agropecuario en nuestra Universidad.

Sea de ello lo que fuere, el número de investigaciones en marcha sugiere la existencia de un porcentaje elevado de profesores en

1 Archivos de la Unidad de Desarrollo Universitario -UDU- y de la DCI.

2 Ésta ha sido, por lo demás, la tónica en cuanto a los trabajos que se publican en Estudios Universitarios, desde su aparición, y también de los que se han presentado en los Simposios Nacionales de Proyectos de Investigación desarrollados en el marco de los Encuentros Nacionales de Culturas.

capacidad de realizarlas y, lo que es más importante, de estudiantes que están aprendiendo a investigar al colaborar con sus profesores en esta tarea. Por otra parte, las investigaciones que se llevan adelante en convenio con otras universidades nacionales y extranjeras significan que, en este campo, estamos a tono con las temáticas que se investigan hoy en el mundo y con las metodologías, técnicas y herramientas de tratamiento de las mismas.

Esto no significa, sin embargo, que los temas sobre los que trabajan los investigadores de la UNL estén alejados de la realidad natural y social de la región y el país del que son parte sino más bien que los investigadores de otros países están trabajando con ellos para desentrañarla. Para comprobarlo, basta mencionar algunos títulos de estas investigaciones:

“Estudio de plantas nativas con propiedades medicinales, bioplaguicidas y toxicológicas de la Región Sur del Ecuador”, que la llevan a cabo la Universidad Nacional de Loja (Áreas Agropecuaria, Ing. Tulio Solano; y, de la Salud Humana, Dr. Marco Fernández) y la Università degli Studi di Parma (Italia, mediante el aporte de varios de sus profesores investigadores).

“Gestión concertada para el control de la desertificación y regeneración del bosque seco de los cantones Zapotillo y Macará”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Dr. Ignacio Gómez, Ing. José Ma. Valarezo) y la cooperación científica y financiera italiana a través de COSV (Dr. Sandro Potattera).

“Integración regional para el manejo ambiental sostenible y el control de la desertificación en Ecuador y Perú”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Dr. Ignacio Gómez, Ing. José Ma. Valarezo, Dr. Tedy Maza) por Ecuador; la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (Ing.

Mary Carmen Talledo) por Perú; y, la Cooperación Científica y Financiera Italiana a través de COSV (Dr. Sandro Pocaterra).

“Investigaciones dendrológicas sobre el clima en los siglos pasados en los alrededores de Loja”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Héctor Maza) y la Universidad de Stuttgart (Alemania, Prof. Dr. Achim Brauning).

“Influencia del uso de la tierra en las propiedades del suelo y en los flujos de agua y de elementos en los bosques húmedos montañosos del Sur del Ecuador”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Carlos Valarezo M.) y la Universidad de Mainz (Alemania, Prof. Dr. Wolfgang Wilcke).

“Patrones espaciales de los parámetros y funciones de la dinámica del agua, gases y materia en los suelos del bosque montano en los Andes del Sur del Ecuador”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Carlos Valarezo M.) y la Universidad de Bayreuth (Alemania, Prof. Bernd Huwe).

El esfuerzo institucional en el cumplimiento de los objetivos señalados en el IV PQD para la Función Investigación se complementa con la elaboración³ y aprobación⁴ del REGLAMENTO PARA LA INSTITUCIONALIZACIÓN Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

Como se ve, la finalidad del Reglamento es institucionalizar la investigación científica y tecnológica a nivel de la Administración Central, las Áreas Académico Administrativas, las inter-Áreas y los Centros de Investigación-Desarrollo; así como desarrollarla a través de la elaboración de líneas, programas, proyectos de investigación, tesis de grado y el fortalecimiento de las capacidades

3 Unidad de Desarrollo Universitario, UDU.

4 Honorable Junta Universitaria, 04.03.08.

humanas, logísticas (infraestructura y equipamiento) y administrativas necesarias.

Se crean para ello instancias -Consejo de Gestión, Coordinación General, Consejos Técnicos de Investigación de las AAA- encargadas, además, de promocionar, coordinar y asegurar la calidad y pertinencia social y académica de los resultados de la investigación científica y tecnológica que se realiza en cada uno de dichos niveles.

Para lograr dichas calidad y pertinencia social y académica, estas instancias deberán garantizar que: “Los conocimientos científicos y tecnológicos que se generen en la Universidad Nacional de Loja /sean/ el producto de proyectos de investigación, organizados en programas y líneas de investigación-desarrollo de las AAA, de los Centros de Investigación-Desarrollo o inter-Áreas, coherentes con los módulos de los planes de estudio de las carreras y programas de postgrado, construidos y ejecutados preferentemente con la participación de las organizaciones de desarrollo y la sociedad civil, en los niveles local, provincial, regional y nacional.”⁵

Loja, abril de 2008

**COMISIÓN EDITORIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

5 Reglamento para la institucionalización y desarrollo de la investigación científica y tecnológica en la Universidad Nacional de Loja, Art. 3.

*Variación genética de la
chirimoya (Annona cherimola Mill)
usando marcadores moleculares
AFLPs y SSRs*

*Morales, Rafael; **Narváz, Alexandra; *Morales, Natalia;
*Castro, Patricio.



* Centro de Biotecnología; Universidad Nacional de Loja.

**Laboratorio de Sistemática Vegetal; Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

RESUMEN

Palabras clave: chirimoya, progenitor, progenie, marcador, AFLP, microsatélite.

Dentro de la enorme biodiversidad ecuatoriana se encuentra la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) de la familia *Annonaceae*. Se la encuentra entre los 1400 y 2300 msnm con gran diversidad en la provincia de Loja, la cual sería, según los últimos estudios, el centro de origen y diversificación de la especie (Narváez et al., 2005). El Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja (UNL), realizó la colecta (10.000 accesiones) en la provincia de Loja; su caracterización morfológica; la formación de un banco vivo y la ejecución de un plan de cruza entre individuos para tres caracteres: forma de la fruta (idealmente lisa o impresa), índice (contenido de pulpa en relación al número de semillas) y resistencia de la piel a la presión. Luego, y conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) se inician estudios moleculares de su diversidad genética a nivel mundial mediante marcadores AFLPs, concluyendo la existencia de una gran diversidad genética de chirimoya en la provincia de Loja, sitio que efectivamente sería el centro de origen, además de que los cultivares comerciales actuales han sido seleccionados de los materiales silvestres de esta provincia, en donde existe todavía un gran pool genético que no ha sido incluido en cultivares comerciales y que está disponible para fines de mejoramiento. Finalmente, al haber sido descritos 15 marcadores microsatélites específicos para chirimoya diseñados por Escribano et al., 2004, se encontraron que 4 de ellos son polimórficos, los mismos que fueron probados en las progenies y sus respectivos progenitores, concluyendo la utilidad y variabilidad de dichos marcadores para la caracterización de grupos de individuos y poblaciones de *Annona cherimola* Mill. El uso de estos marcadores permitió el estudio de la diversidad genética de la especie y contribuirá a largo plazo a la generación de una variedad que incluya todas las características de un fruto de exportación.

ABSTRACT

Palabras clave: cherimoya, progenitor, offspring, marker, AFLP, microsatellite.

There are an enormous biodiversity in the Ecuadorian area, ones of that is the cherimoya (*Annona cherimola* Mill) and belongs at the Annonaceae family and it is between 1400 and 2300 meters on level on the sea, with great diversity in the Province of Loja; according to the last studies it place is the origin center and diversification of the species (Narváez et al., 2005). The Biotechnology Center of the National University of Loja (UNL), made a great cherimoya collection on the Province of Loja (10.000 agreements), made the morphological characterization and then formed an alive bank and finally development a cross breeding plan for three characters: forms of the fruit (ideally flat or printed), index (pulp content in relation to the number of seeds) and resistance of the skin to the pressure. Then, and adjoining to the people of Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) started molecular studies with AFLPs from their genetic diversity in all the world, concluding the existence of a great genetic diversity of cherimoya in the Province of Loja, this place is in effect the origin center of cherimoya, in addition the commercial crops has been selected of the wild materials of this county and also there are a great genetic pool that has not been included in commercial crops and it is available for improvements. Escribano et al., 2004 described 15 microsatellites markers specific for cherimoya, 4 of these were used in the offspring and their progenitors, concluding these markers are usefulness and variable for the characterization groups and populations of *Annona cherimola* Mill. The use of these markers allowed the study of the genetic diversity of that species and it will contribute long term to the generation of a variety that includes all the characteristics of an export fruit.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de su extensión relativamente corta, el Ecuador es considerado como uno de los 17 países más ricos en diversidad de especies, conteniendo alrededor del 10% de todas las especies del planeta (22.000 a 25.000 especies de plantas), de las cuales más de 200 son arbóreas (Yaguache et al., 2003). Esta situación es favorecida por la presencia de barreras geográficas que han ocasionado la formación de reservorios únicos (www.cti.espol.edu.ec).

Un caso particular de ello, lo constituye la chirimoya (*Annona cherimola* Mill), que presenta una gran diversidad en la Provincia de Loja, señalada como el centro de origen y diversificación de esta especie (Narváez et al., 2006).

Debido a la inexistencia de una colección genética y estudios sobre la especie, la Universidad Nacional de Loja (UNL) inició un proyecto financiado por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), a través del cual se han logrado coleccionar y caracterizar morfológicamente más de 10000 accesiones de chirimoya, provenientes de la región sur del Ecuador (Morales et al., 2003). Esto ha permitido el establecimiento de un banco vivo (Morales et al., 2005), donde se han identificado caracteres de interés. Basándose en ello se han realizado cruzamientos entre individuos con valores extremos (Aquino, P. 2003) para los caracteres de selección:

1. Resistencia a la presión (consistencia de la corteza superior a 28 lib/pulg²);
 2. Índice (relación entre el número de semillas y el contenido de pulpa: inferior a 7 semillas/100g de pulpa); y,
 3. Forma de la fruta (idealmente lisa o con ligeros abultamientos).
-

sobre la base del material colectado y con el financiamiento de los proyectos presentados sucesivamente al FUNDACYT (4 años), se establece un convenio entre la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y la UNL, para iniciar la primera evaluación de la diversidad genética de la chirimoya mediante marcadores moleculares AFLPs para la identificación de características de interés, constituyéndose en el primer estudio a nivel molecular sobre la especie (Narváez et al., 2005). Posteriormente, al ser descritos 15 marcadores microsátélites específicos para la chirimoya (Escribano et al., 2004), se establece dicha tecnología, aplicándolos en una muestra de la colección (individuos con caracteres promisorios), concluyendo la utilidad de cuatro de ellos que resultaron ser mucho más polimórficos en relación a los demás (Narváez et al., 2006). Así, se los ha aplicado en un grupo de individuos promisorios (progenies generadas de cruzamientos entre progenitores con valores extremos) tendientes a determinar su utilidad en la evaluación de dos parámetros de interés (resistencia a la presión e índice), contribuyendo a implementar un programa formal de mejoramiento que optimice los recursos disponibles y que acorte los tiempos de evaluación de cultivares promisorios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 AFLPs

2.1.1. Material Vegetal

El material vegetal (hojas) se muestreó acorde a la información del banco de germoplasma del Centro de Biotecnología de la UNL (caracterización in situ) y corresponde a individuos silvestres geográficamente representativos de la provincia de Loja (Ecuador). Los cultivares de chirimoya comercial y tradicional fueron obtenidos del banco de germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Un total de 65

individuos intervinieron en este estudio: 41 muestras de Ecuador correspondiente al material silvestre de la provincia de Loja, 6 muestras tradicionales de las provincias del norte, centro y sur del Ecuador (INIAP) y un cultivar élite seleccionado por el INIAP. Los 11 cultivares comerciales muestreados por el INIAP representan cultivos de países como: Chile (2), Perú (1), España (5) y USA (3). Seis muestras de tipo no conocido fueron incluidas en este estudio como una referencia de chirimoya para otros países ubicados dentro del centro de origen para esta especie, Bolivia (4) y Perú (2).

Las extracciones de ADN se realizaron según el protocolo referido por Qiagen DNeasy Plant Mini kit, luego de un triturado manual de 20 mg de tejido (hojas) desecado químicamente con silica gel.

2.1.2. Marcadores AFLPs

18 pares de primers de AFLPs (Invitrogen) se probaron; 4 fueron escogidos para el estudio. El análisis de AFLP se realizó según Vos et al, (1995) y las recomendaciones del proveedor. Los productos de PCR fueron separados en geles desnaturalizantes de poliacrilamida teñidos en plata. Se construyó una matriz binaria basada en la presencia (1) ó ausencia (0) de las bandas.

2.1.2. Análisis de Datos

El coeficiente de similitud genética de Dice, (1945) fue usado para determinar las relaciones genéticas entre cultivares y materiales nativos, en el total del set muestreado. La matriz de distancia genética fue usada en un análisis de coordenadas principales para evaluar la estructura en conjunto, mediante el software NTSYS v 2.1.

Para determinar las relaciones entre cultivares comerciales y material nativo de Loja, se elaboró un dendograma basado en el coeficiente de Dice, usando el programa PAUP v 4.2.

2.2. SSRs

2.2.1. Material Vegetal

Los progenitores y sus respectivas progenies para tres caracteres de selección: resistencia a la presión (RP), índice (P), y forma de la fruta (FF) han sido tomados para el presente estudio.

Un total de 54 individuos intervinieron en el estudio, así: la generación parental: RP=6; P=6 y FF=5, colectados en diferentes sitios de la provincia de Loja; las progenies: RP=27; P=4 y FF=6, colectadas en el banco vivo de chirimoya de la UNL. Se emplearon hojas jóvenes desecadas químicamente con silica gel. Las extracciones de ADN se realizaron según el protocolo de la Universidad Politécnica de Valencia-España (consulta personal), modificado para el desarrollo del presente estudio.

2.2.2. Microsatélites (SSR)

De un total de 15 primers diseñados por Escribano et al., 2004, se utilizaron los cuatro más informativos (tabla 1); seleccionados en base a un estudio previo en colaboración con el Laboratorio de Sistemática de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).

Tabla 1. Secuencia de primers microsatélites utilizados, tamaño del producto de amplificación y número de repeticiones, publicados por Escribano et al., (2004). La temperatura de hibridación se llevó a cabo a 55o C.

Loci	Secuencia (5' 3')	Tamaño (pb)	Repetición
Lmch1	F: CTC TTC AAA GGT ACG ACT TC R: TTG AGA AAA GGA TAA GGA TT	291-312	(CT)20
Lmch3	F: TCT GTG AAA ATA CTC TCG TA R: TCT CCA CTG AAT AAT CTT TAA T	225-248	(GA)13
Lmch5	F: CCC ACT CTT CTA CCC TCA AC R: CAA GTC CCT GTA AGA ATC AGA	155-160	(CT)10
Lmch11	F: TAC CTC TCG CTT CTC TTC CT R: GAT GAT TAG ACA CAA GTG GAT G	173-176	(CT)10

La reacción de PCR se realizó para un volumen total de 15 μ l conteniendo: tampón 10X, 25 ng de ADN, 50 mM MgCl₂, 1,5 mM de cada dNTP, 0,4 mM de cada primer (directo, reverso), y 0,3 unidades de Taq polimerasa, aforado con agua milliQ autoclavada en tubos de 0,2 ml.

Las amplificaciones se realizaron en un termociclador Bio Rad según el programa publicado por Escribano et al., 2004. Consistió en una fase de desnaturalización inicial (94°C/1min), seguido de 35 ciclos de desnaturalización (94°C/30seg.), hibridación (55°C/30seg.) y 6 min. de extensión a 72°C; luego de la amplificación las reacciones fueron llevadas a 4° C.

Los polimorfismos fueron visualizados en geles desnaturalizantes de poliacrilamida al 6% y urea 8M en una cámara vertical Sequi-Gen GT de Bio Rad, corridos a 70 W constantes en TBE 1X.

El gel fue revelado mediante tinción en plata, de manera que los alelos aparecen como bandas de color negro; un individuo heterocigoto presentará dos bandas, mientras que un homocigoto presenta una sola banda.

Los geles se documentaron con un scanner Epson 16-40 XL, y su edición posterior se realizó en el programa Paint 7.0 de Microsoft Office, 2003.

2.2.3. Procesamiento Matemático

Para el análisis de los *loci* microsatélites se estimaron, mediante el programa FSTAT 2.9.3 (Goudet, J. 2001), las frecuencias alélicas en cada *loci*; los valores de heterocigosidad observada (H_o) y esperada (H_e), el número de alelos por locus y riqueza alélica. Las desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg fueron estimadas comparando los genotipos observados y esperados

mediante una prueba de chi cuadrado (X^2) aleatorizada por el método de Monte Carlo para 1000 repeticiones, utilizando el programa CHIHW (Zaykin, et al., 1993), y a través del cálculo del estadístico Fis (Weir, et al., 1984) acorde a las fórmulas descritas por Weir y Cockerham, 1984 (Weir, et al., 1984). Para esto se utilizó el programa FSTAT (Goudet, J. 2001), el cual calcula el estadístico Fis después de permutar los alelos entre los individuos dentro de cada población.

Se determinó el desequilibrio de ligamiento para todos los pares de loci en cada grupo por medio del programa Genetix (Belkhir, et al., 1998).

Las frecuencias alélicas se compararon entre progenitores y progenie y entre los individuos que mostraban caracteres fenotípicos extremos de los parámetros resistencia a la presión e índice, mediante una prueba de chi cuadrado (X^2) aleatorizada por el método de Monte Carlo para 1000 repeticiones, utilizando el programa CHIRXC (Zaykin, et al., 1993).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. AFLPs

En un estudio previo usando AFLP en chirimoya, se han reportado 264 bandas usando 8 combinaciones de *primers* para evaluar un set de 19 cultivares comerciales (Rahman et al., 1998). En el presente estudio un total de 214 bandas se obtuvieron con cuatro combinaciones de *primers*, de las cuales 212 bandas (99.06%) fueron polimórficas. Este nivel de polimorfismo es considerablemente más alto que lo encontrado por Rahman et al. (1998), un resultado esperado, ya que este estudio incluye genotipos de chirimoya silvestre. De las 214 bandas, 206 están presentes en el material silvestre de Loja, mientras que 138 fueron encontradas en los cultivares comerciales. El 40% del total de bandas encontradas, fueron exclusivas del pool genético de las accesiones de

Loja, mientras que solo dos son únicas en el set de cultivares comerciales. La baja diversidad genética de los cultivares comerciales, podría ser explicada por un efecto de selección que ha ocasionado la formación de un cuello de botella genético. El bajo número de marcadores exclusivos para el set de cultivares implica que ninguna mejora genética se ha llevado a cabo afuera, tal como se ha sugerido previamente (George et al., 2002).

Tres matrices de similitud independientes fueron obtenidas. Considerando el total de las muestras, la más alta similitud genética basada en el coeficiente de Dice fue encontrada entre los dos cultivares "Fino de Jete" (GS=0.92), este cultivar representa casi el 95% de los cultivos de España, mientras que los genotipos Lg4 y Lc1 (GS=0.054) de la provincia de Loja en Ecuador fueron los más distantes. Considerando solo las muestras de la provincia de Loja la más alta similitud (GS=0.89) fue encontrada entre Lp8 y Lp9, mientras que los más distantes fueron L16 y Lp5 (GS=0.144), estos resultados pueden explicarse por la separación geográfica de los dos cantones que éstas muestras representan. Con respecto al set de cultivares, la más alta similitud se encontró entre los dos cultivares "Fino de Jete" (GS=0.92), mientras que la más baja similitud fue encontrada entre dos cultivares tradicionales del norte de Ecuador En1 y En2 (GS=0.44). Esos resultados revelan que el sur del Ecuador representa una gran diversidad genética de chirimoya, por lo que puede ser considerado como el centro de origen de esta especie.

El Análisis de coordenadas principales revela dos distintos grupos (figura1). El grupo A que consiste en cultivares comerciales y tradicionales con algunos genotipos nativos, sugiriendo que las accesiones de Loja pudieran ser el material de origen de los cultivares comerciales. El grupo B incluye solo genotipos silvestres de Loja, indicando que esas accesiones tienen un pool genético que todavía no se representan en el cultivo y por consiguiente puede estar disponible para la mejora de la chirimoya.

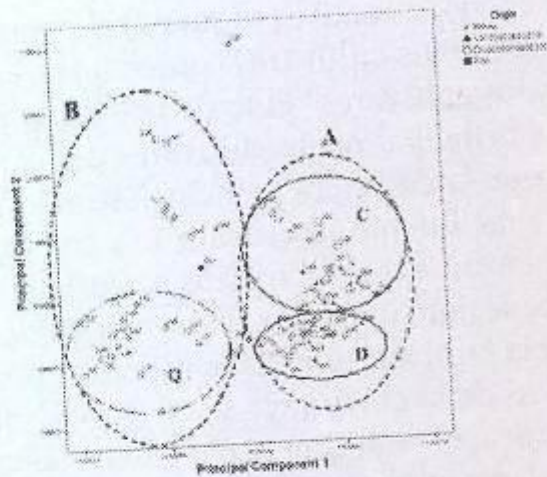


Fig 1. Análisis de componentes principales (PCA), los dos primeros componentes explican el 19.47 % de la variación. El primer componente ha separado los cultivares comerciales con algunas accesiones nativas (A) del resto de chirimoyas nativas (B) del sur de Loja. C y D separan grupos de cultivares. Referencias de código de muestra y detalles en la tabla 1. (Narváez et al., 2007)

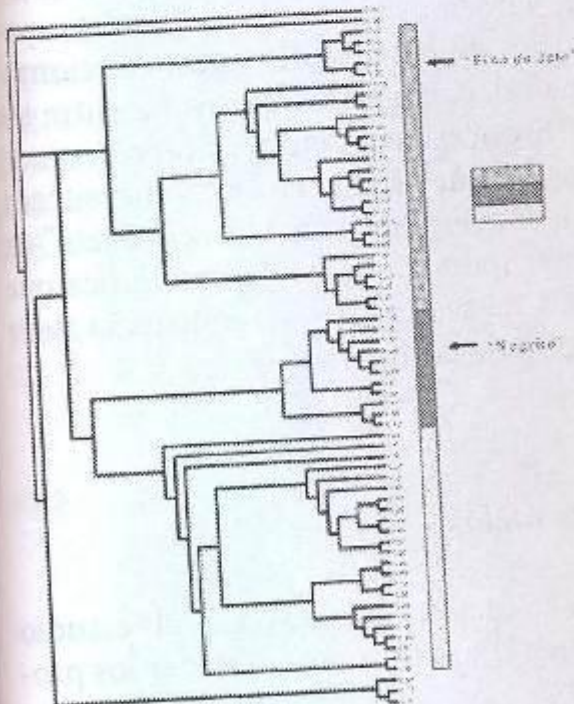


Fig 2. Árbol consenso de los 52 árboles más parsimoniosos. Se han definido tres clados, uno compuesto exclusivamente de material nativo (L) y dos (C1 y C2) de variedades comerciales, sugiriendo diferentes orígenes genéticos. (Narváez, et al., 2007)

Con respecto a las relaciones genéticas entre los cultivares comerciales y las accesiones nativas (figura 2) el primer gran cluster incluye la mayoría de los cultivares comerciales, en el cual Sp1 y Sp2 representan los cultivares "Fino de Jete"; dentro de este grupo encontramos principalmente cultivares del cantón Paltas de Loja. Debido a que la carretera principal atraviesa éste cantón, los cultivares son fácilmente accesibles y por consiguiente es más probable que se hayan exportado éstos materiales para cultivos comerciales en base por supuesto a las características agronómicas. Esta evidencia también soporta la hipótesis de que el centro de origen putativo de la chirimoya sea la provincia de Loja, en donde se encontraría el pool genético a partir del cual éstos materiales fueron seleccionados.

Este gran cluster está separado en dos clusters, uno con los grupos tradicionales de genotipo silvestre, mientras que el otro está exclusivamente compuesto de genotipos nativos. El último cluster incluye dos genotipos comerciales, Sp4 y Us3, representando los cultivares "Negrito" y "Blanco" respectivamente. Rahman et al., (1988) reportaron similar separación de los dos cultivares españoles "Fino de Jete" y "Negrito" en clusters distintos. Adicionalmente ellos encontraron una relación genética estrecha entre los cultivares "Fino de Jete" y "Broncesuave", cultivar representado en este estudio por Ch1, relación que también ha sido encontrada en éste estudio. Sin embargo, los dos cultivares "Fino de Jete" en este estudio forman un cluster independiente, lo que indica que éstos han sufrido una presión de selección, ya que España tiene un gran interés en el desarrollo de la chirimoya.

3.2. SSR

3.2.1. Número y tamaño de alelos

Los cuatro primers microsatélites empleados en el estudio (Lmch1, Lmch3, Lmch5 y Lmch11), permitieron obtener los pro-

ductos amplificados esperados. Se encontraron dos alelos para los loci Lmch1 (291, 311pb), Lmch5 (152, 156pb) y Lmch11 (171, 174pb) en todas las muestras, mientras que para el locus Lmch3 se encontraron tres alelos (228, 230 y 231pb).

Los valores encontrados en este estudio, son inferiores a los registrados por Escribano et al., (2004); quienes al estudiar 23 accesiones de chirimoya con estos mismos primers microsatélites, observaron 5 alelos (Lmch1, Lmch3) y 3 alelos (Lmch5, Lmch11); tal diferencia es esperada si tenemos en cuenta que estos autores, incluyeron accesiones de diferentes áreas geográficas, que tendrán por lo tanto una mayor diversidad de alelos. Los individuos homocigotos y heterocigotos obtenidos en cada uno de los loci amplificados pueden observarse en la figura 3.

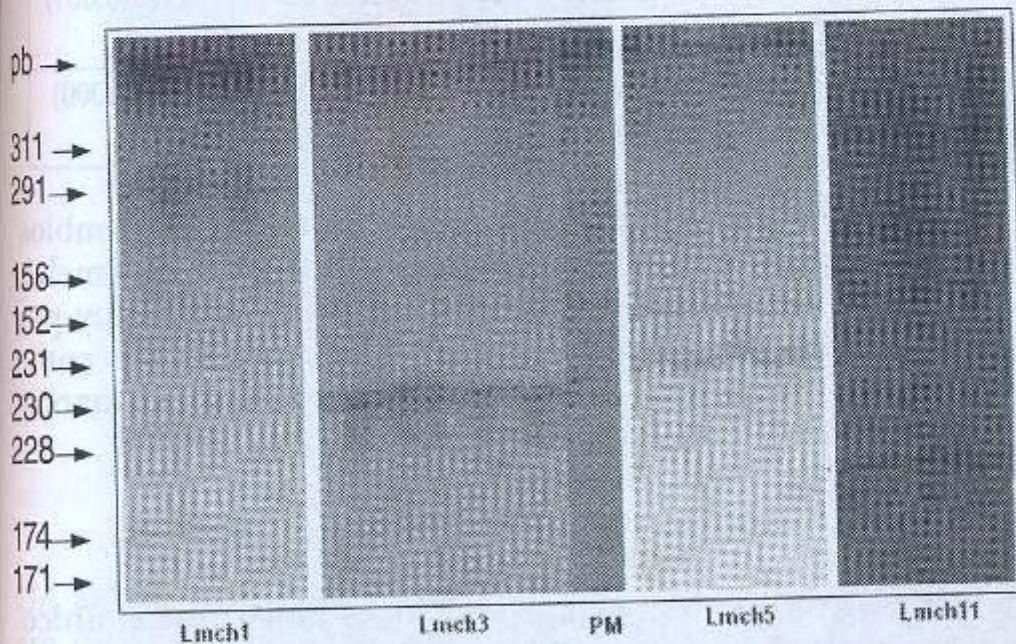


Fig 3. Verificación de los individuos homocigotos y heterocigotos para los cuatro loci microsatélites analizados. Se muestra el locus Lmch3 con el marcador de peso molecular (PM). En Lmch1 los individuos 3, 4 y 5 son heterocigóticos, el 6 homocigótico, en Lmch3 el 2 heterocigótico, 4 al 7 homocigóticos los dos alelos, en el Lmch5 se presentan solo homocigóticos para los dos alelos y en el Lmch11 el 3 es heterocigótico mientras 6 y 7 son homocigóticos para cada uno de los alelos.

3.2.2. Frecuencia Alélica

Tabla 2. Frecuencias alélicas y su error estándar, estimados para progenitores y pro-
genie. Se evaluaron con cuatro iniciadores microsatélites, encontrándose dos
alelos para los *loci* Lmch1, Lmch5 y Lmch11; y tres para el *locus* Lmch3.

Locus	Alelo	PROGENITORES		PROGENIE		x ² (p)
		n	Frec. Alélica	n	Frec. Alélica	
Lmch1	291	15	0,667±0.09	34	0,471±0.060	3.21(0.083)
	311		0,333±0.09		0,529±0.060	
Lmch3	228	17	0,765±0.073	37	0,73±0.052	0.356(0.928)
	230		0,206±0.069		0,216±0.048	
	231		0,029±0.029		0,054±0.026	
Lmch5	152	16	0,156±0.064	33	0,500±0.061	10.727(0.001)
	156		0,844±0.064		0,500±0.061	
Lmch11	171	12	0,458±0.010	31	0,452±0.063	0.003(1.000)
	174		0,542±0.010		0,548±0.063	

Como podemos ver, a excepción del locus Lmch5, los cambios en las frecuencias alélicas para la mayoría de los loci (Lmch1, Lmch3, Lmch11) entre progenitores y su progenie son muy pequeños; éstos resultados son los esperados ya que estamos comparando dos grupos de individuos muy relacionados con marcadores microsatélites de poca variabilidad.

3.2.3. Variabilidad Genética

La heterocigosidad observada para el locus Lmch1 fue el único caso en que el valor es ligeramente mayor en la progenie que en los progenitores. En el resto de los *loci* (Lmch3, Lmch5 y Lmch11), la variabilidad en los progenitores presenta valores ligeramente mayores que los de la progenie; los valores medios para la Ho, en general muestran una variabilidad genética ligeramente mayor en los progenitores, respecto de su progenie (tabla 3).

Tabla 3. Variabilidad genética de progenitores y progenie, estimada a través de heterocigosidad observada (H_o), heterocigosidad esperada (H_e) y riqueza alélica (RA).

Locus	n	Progenitores	N	Progenie
Lmch1				
H_o	15	0.533	34	0.588
H_e		0.459		0.506
RA/locus		2.000		2.000
Lmch3				
H_o	17	0.471	37	0.351
H_e		0.383		0.423
RA/locus		2.706		2.799
Lmch5				
H_o	16	0.187	33	0.152
H_e		0.272		0.508
RA/locus		2.000		2.000
Lmch11				
H_o	12	0.417	31	0.258
H_e		0.518		0.503
RA/locus		2.000		2.000
Valores Medios				
H_o		0.402		0.337
H_e		0.408		0.485
RA/locus		2.176		2.200

Un análisis de la variabilidad de los cuatro loci indica, como era de esperar, que aquellos cuyos alelos están uniformemente distribuidos, presentan una heterocigosidad esperada mayor, en relación a aquellos en que la frecuencia génica de alguno de los alelos predomina sobre el otro.

Estudios previos empleando marcadores AFLPs (Narváez, et al., 2005), refieren una alta diversidad genética en el material de *An-*

nona cherimola Mill colectado en el sur de Loja; en el presente trabajo se han utilizado únicamente algunos individuos de la progenie y sus correspondientes progenitores, lo que constituye una pequeña muestra de la diversidad genética ya referida para *A. cherimola* Mill proveniente del sur de la Provincia de Loja.

Al comparar los valores totales (tabla 3) de variabilidad genética (H_o , H_e y número de alelos) del presente trabajo, con los descritos por Escribano et al., 2004, ratificamos la menor variación de la muestra de este trabajo ya descrita, pues los autores antes mencionados, obtienen respectivamente valores superiores para heterocigosidad observada (0.51 vs. 0.37), heterocigosidad esperada (0.55 vs. 0.45) y número de alelos (4 vs. 2.2).

3.2.4. Equilibrio Genético

Al comparar los genotipos observados con los esperados, el valor de X^2 y su probabilidad, se encontró que la mayoría de las comparaciones (75%), para los cuatro loci, se encontraban en equilibrio genético de Hardy-Weinberg, constituyeron una excepción las progenes de los *loci* *Lmch5* y *Lmch11*. Las causas posibles de dicho desequilibrio pudieran ser, por un lado que los apareamientos no fueron al azar pudiendo presentar endogamia; por otro, el desequilibrio puede ser resultado del azar debido al pequeño tamaño de la muestra empleada y, finalmente no podemos descartar que se cometiera un error en la interpretación de algunos fenotipos.

Si tomamos en cuenta los valores de *Fis* se cumple este equilibrio en el 87.5% de las comparaciones, observando que solamente la progenie para el locus *Lmch5* se encuentra en desequilibrio genético. Dicho resultado apoya los presupuestos genéticos tomados en cuenta en la interpretación de los geles. Escribano et al., 2004 emplearon los valores de *Fis* para estimar las desviaciones del equilibrio genético y encuentran un 66.6% de equilibrio en el

conjunto analizado, aunque con excepción del *locus* Lmch1 que se encuentra en desequilibrio, el resto de los loci coincidentes con este trabajo si lo están. En este sentido se puede plantear que la interpretación genética desarrollada en el presente trabajo se encuentra mejor apoyada por el análisis estadístico.

Tabla 4. Genotipos observados y esperados, de acuerdo a la ley de Hardy-Weinberg para cada loci y grupo analizado. Se muestran los valores de χ^2 y su probabilidad para la comparación entre observados (H_o) y esperados (H_e); los valores de Fis y su probabilidad.

<i>Loci</i>	H_o	H_e	χ^2 (p)	Fis (p)
Lmch1				
Progenitores			0,600 (0,596)	-0,167 (0,89)
291 291	6	6,667		
291 311	8	6,667		
311 311	1	1,667		
Progenies			1,108 (0,341)	-0,166 (0,92)
291 291	6	7,529		
291 311	20	16,941		
311 311	8	9,529		
Lmch3				
Progenitores			1,609 (0,619)	-0,237 (1,00)
228 228	9	9,941		
228 230	7	5,353		
228 231	1	0,765		
230 230	0	0,721		
230 231	0	0,206		
231 231	0	0,015		
Progenies			8,807 (0,073)	0,172 (0,17)
228 228	21	19,703		
228 230	11	11,676		
228 231	1	2,919		
230 230	2	1,730		
230 231	1	0,865		
231 231	1	0,108		
Lmch5				
Progenitores			1,335 (0,308)	0,318 (0,30)
152 152	1	0,391		
152 156	3	4,219		
156 156	12	11,391		
Progenies			16,030 (0,00)	0,705 (0,006)
152 152	14	8,250		
152 156	5	16,500		
156 156	14	8,250		
Lmch11				
Progenitores			0,310 (1,00)	0,203 (0,32)
171 171	3	2,521		
171 174	5	5,958		
174 174	4	3,521		
Progenies			7,112 (0,005)	0,492 (0,02)
171 171	10	6,323		
171 174	8	15,355		
174 174	13	9,323		

El hecho de encontrar las poblaciones en equilibrio genético implica que las fuerzas evolutivas (mutaciones, migración y selección natural) perturbadoras de este equilibrio se contrarrestan; además, la población debe ser infinitamente grande para que tampoco actúe la deriva genética. Los apareamientos deben ser al azar. Los desequilibrios encontrados (en ambos casos) se deben a un déficit de individuos heterocigotos (tabla 4), lo que se ratifica por los valores positivos de *Fis* al igual que lo referido por Escribano et al., 2004. Las pequeñas diferencias no significativas entre los genotipos observados y esperados en el resto de los loci, se deben también a un déficit de heterocigotos (valores positivos de *Fis*), excepto los *loci* Lmch1 y Lmch3 para progenitores, en que los valores de *Fis* respectivos, son negativos.

3.2.5. Desequilibrio de Ligamiento

El análisis del desequilibrio de ligamiento entre los pares de *loci*, demostró que los progenitores de todos los *loci* se encuentran en equilibrio de ligamiento, y en la progenie, si tomamos como criterio de significación el 5%, solamente los *loci* Lmch11 y Lmch3 se encuentran en desequilibrio de ligamiento.

El hecho de que la mayor parte de los loci se encuentren en equilibrio de ligamiento, ratifica también la interpretación genética realizada y apoya la utilidad de estos marcadores en los análisis de la especie.

3.2.6. Frecuencias Génicas para los valores extremos

Se compararon individuos con parámetros extremos para los caracteres de resistencia a la presión e índice, no encontrándose diferencias significativas en el predominio de ningún alelo para los dos caracteres.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas entre los fenotipos extremos: “alta o baja resistencia a la presión”; y, “alto o bajo

índice (relación pulpa/semilla); sin embargo el alelo 231 (Lmch3) y 152 (Lmch5), estuvieron presentes solo en los fenotipos de baja resistencia a la presión. Respecto al índice, de forma similar, el alelo 230 (Lmch3) y 152 (Lmch5) se encontraron solamente en los fenotipos de bajo índice.

El pequeño número de muestras empleado no permite asegurar que dichos marcadores puedan o no ser utilizados como identificadores de las características de interés, lo cual constituirá el inicio de la aplicación de estos marcadores dentro de un programa de mejoramiento genético a largo plazo.

3.2.7. Cruzamientos que cumplen con la proporción mendeliana

Se analizaron todas las progenies en relación a cada uno de los progenitores y para cada uno de los loci, encontrándose que los genotipos de los microsatélites están de acuerdo con las proporciones mendelianas esperadas en más del 90%. Constituyen excepciones los loci Lmch5 para los caracteres resistencia a la presión e índice y Lmch11 para resistencia a la presión únicamente. El hecho de haber encontrado acuerdos entre los cruzamientos y sus proporciones mendelianas esperadas en el 90% de los casos, avala también el empleo de tales marcadores con éstos fines. Llama la atención que los mayores desacuerdos tuvieron lugar con los *loci* Lmch5 y Lmch11, los cuales se encontraron en desequilibrio genético en las progenies. La causa más probable pudiera estar en la información proveniente del campo, ya sea por errores involuntarios en la anotación de los códigos de los individuos o por haber asumido como progenie de determinados padres a individuos que realmente no lo fueron, debido a la condición propia de la chirimoya en que los gametos femenino y masculino no maduran de forma sincrónica (protoginia) y por tanto pudieron dar lugar a admitir como fruto cruzado con determinado progenitor a uno que ya estaba fecundado.

CONCLUSIONES

AFLP

1. Existe una gran diversidad genética en la provincia de Loja, apoyando la hipótesis de que ésta región es el centro de origen de la chirimoya.
2. La base genética de los cultivares comerciales es muy estrecha y puede ser considerada como un subconjunto de las chirimoyas nativas de Loja.
3. Existe un pool genético en las accesiones de Loja que no ha sido incluido en los cultivares comerciales, mismo que está disponible para fines de mejoramiento.
4. El análisis de las relaciones genéticas entre cultivares comerciales y el material silvestre, sugirió que los cultivares comerciales actuales han sido seleccionados de los materiales silvestres y que ha existido restringido mejoramientos en ellos.

SSR

1. Los *loci* microsatélites Lmch1, Lmch3, Lmch5 y Lmch11, son variables y útiles en la caracterización de grupos de individuos y poblaciones de *Annona cherimola* Mill, obteniéndose valores medios de heterocigosidad esperada (H_e) de 0.408 y 0.485 para progenitores y progenie, respectivamente.
2. Se encontraron dos alelos para los *loci* Lmch1 (291, 311pb), Lmch5 (152, 156pb) y Lmch11 (171, 174pb) en todas las muestras estudiadas, mientras que para el locus Lmch3 se encontraron tres (228, 230 y 231pb).
3. Los valores medios para la heterocigosidad observada (H_o), en general muestran una variabilidad genética ligeramente mayor en los progenitores, respecto de su progenie.
4. No se encontraron diferencias estadísticas entre los alelos de los marcadores microsatélites seleccionados y los grupos for-

-
- mados con parámetros de interés extremos (resistencia a la presión e índice), en individuos de *Annona cherimola* Mill
5. Los loci microsatélites Lmch1, Lmch3, Lmch5 y Lmch11, avalan la mayor parte de las progenies provenientes de las cruzas realizadas a partir del material de *Annona cherimola* Mill colectado y caracterizado y que pertenece al banco de germoplasma de la UNL.
 6. Los cuatro *loci* para cada grupo, se encontraron en equilibrio genético, con excepción de las progenies de los *loci* Lmch5 y Lmch11.
 7. Los genotipos de los microsatélites están de acuerdo con las proporciones mendelianas esperadas en más del 90%.
 8. Las conclusiones anteriores corroboran que se logró establecer el Laboratorio de Biotecnología en la Universidad Nacional de Loja (UNL) y estandarizar los protocolos para la evaluación molecular por microsatélites de una población de chirimoya (*Annona cherimola* Mill).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las Instituciones que nos apoyaron financiando los proyectos (IPGRI, Fundacyt), así como al equipo de investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con quienes se trabajó en forma conjunta. De manera especial nuestro agradecimiento por el apoyo prestado a la Universidad Nacional de Loja.

Bibliografía

- AQUINO, P. 2003. Determinación de la estructura de entrada e inicio de la mejora genética en chirimoya. Tesis Ing. Agrónomo. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja-Ecuador. 176pp.

-
- BELKHIR, K., BORSA, P., GOUDET, J., CHIKNI, L., BONHOMME, F. 1998. GENETIX, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome et Populations, CNRS UPR 9060, Université de Montpellier (France).
 - ESCRIBANO, P., VIRUEL, M., HORMAZA, J. 2004. Characterization and cross-species amplification of microsatellite markers in cherimoya (*Annona cherimola* Mill., Annonaceae). Blackwell Publishing Molecular Ecology Notes. 4:746-748.
 - GOUDET, J. 2001 FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3).
 - <http://www.cti.espol.edu.ec>
 - MORALES, R. & AQUINO, P. 2003. La chirimoya un fruto con potencial para el desarrollo de la agricultura en el Ecuador. Revista Científica. En prensa.
 - MORALES, R., MEDINA, A., CRIOLLO, L. y CASTRO, P. 2005. Resultados interpretativos en la herencia de algunos caracteres de calidad del fruto en la chirimoya (*Annona cherimola* Mill). Centro de biotecnología Universidad Nacional de Loja-Ec., disponible en: <http://www.lyonia.orgración>
 - MORALES, A., CUEVA, B. y AQUINO, P. 2004. Genetic diversity and geographic distribution of *Annona cherimola* in Southern of Ecuador. Lyonia. Pp 159-170. Libro de Resúmenes del II Congreso de Conservación de la Biodiversidad y I Congreso Ecuatoriano de Botánica. Nro. 38.
 - NARVÁEZ, A., BARREIRO, J. y MORALES, R. 2005. Tracing the genetic base of cherimoya (*Annona cherimola*

commercial cultivars through AFLP analysis of diversity at the species putative center of origin. *Acta Horticulturae*.

- NARAVÁEZ, A., BARREIRO, J. y MORALES, R. 2006. Diversidad genética de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) en su centro de origen: Loja, Ecuador. Conferencia presentada en el XII Congreso de Cultivos Andinos. CICADOCE. Quito, julio del 2006.
- NARVAEZ, A. , BARREIRO, J.M., MORALES, R. 2007. Tracing the genetic base of chirimoya (*Annona cherimola*) commercial cultivars through AFLP analysis of diversity at the species putative center of origin. *Acta Hort.* 738, ISHS.
- WEIR, B. & COCKERHAM. 1984. Inferences about linkage disequilibrium. *Biometrics*. 35:235-254
- WEIR, B. & COCKERHAM. 1984. Inferences about linkage disequilibrium. *Biometrics*. 35:235-254
- YAGUACHE, B. & MEDINA, D. 2003. Diversidad genética y filogenia de los géneros *Carica* y *Vasconcellea* del Sur del Ecuador. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja. Pp 23-25.
- ZAYKIN, D. V., PUDOVKIN, A. I. 1993. Two programs to estimate significance of X^2 values using pseudo-probability tests. *Journal of Heredity* 84:152.