INDICE

EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD SAN PABLO-T COMO ESCENARIO METODOLÓGICO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL. Colombo M., Rios A. 2

EL TOMATE DE ÁRBOL (SOLANUM BETACEUM), UNA FRUTA ANDINA CON POTENCIAL PARA EL MERCADO INTERNACIONAL. Jaramillo Zapata M.. 8

ESTUDIO Y ANÁLISIS REPRODUCTIVO Pelargonium sp.: LARVICIDA Y REPELENTE DE Aedes aegyptis (Díptera: Culicidae). Pastoriza A, Budeguer C.J, Martinez Pulido L., Nasif A., Andrada Mansilla B., Ostengo S. 14

MODELO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES COM INCERTIDUMBRE Y POBLACIÓN HETEROGÉNEA. Catalán M.J., Merlo J.J. 19

YOGUR, ALIMENTO DE BASE LÁCTEA ANCESTRAL DE GRAN VIGENCIA ACTUAL. PRINCIPALES ASPECTOS NUTRICIONALES, FUNCIONALES Y TECNOLÓGICOS. Bustos A. Y., Torres Quinteros L., Gerez C. L, Iturriaga L. B. ……30

EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD SAN PABLO-T COMO ESCENARIO METODOLÓGICO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

THE BOTANICAL GARDEN OF SAN PABLO-T UNIVERSITY AS A METHODOLOGICAL STAGE FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Colombo, M.[1]; Ríos, A.[1]
[1] *Universidad de San Pablo Tucumán*
mcolombo@uspt.edu.ar

RESUMEN

Entre las funciones de los Jardines Botánicos está la de abogar por el mantenimiento de la biodiversidad por lo que los programas de educación deberían incluir actividades que traten las relaciones entre el hombre, las plantas, y el valor de la biodiversidad, entre otros. En el Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T se encuentran especies "autóctonas" que son aquellas especies que se hallan dentro de su área de distribución natural u original, con potencial de dispersión sin la intervención del hombre. La investigación tuvo como objetivo probar metodologías educativas eficaces que sirvan para difundir la importancia que poseen las especies autóctonas para la conservación de los ecosistemas de la región y los beneficios ambientales que brindan. La experiencia se desarrolló en el marco de la actividades anuales que se convocan para la Semana de la Ciencia (XVI Semana de la Ciencia y Técnica- 2018), organizadas por el Ministerio de Ciencia y Técnica de la Nación Argentina. Esta actividad permitió abordar la temática ambiental de una forma lúdica, con acciones que permitieron una preparación previa por parte del Docente. Además se administraron los tiempos de acción y tiempos para análisis y discusión en grupos, y luego compartir los resultados obtenidos en plenario de forma eficiente. La actividad, así diseñada, permitió un proceso organizado, donde la intervención del docente constituyó una guía para el descubrimiento de cada instancia realizada por los propios alumnos, como se planteó de acuerdo con la propia dinámica de la propuesta pedagógica.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental, jardín botánico, metodología.

ABSTRACT

Among the functions of the Botanical Gardens is to advocate for the maintenance of biodiversity so that education programs should include activities that address the relationships between man, plants, and the value of biodiversity, among others. In the Botanical Garden of San Pablo-T University there are "autochthonous" species that are those species that are within their natural or original distribution area, with potential for dispersion without the intervention of man. The objective of the research was to test effective educational methodologies that serve to disseminate the importance of the native species for the conservation of the ecosystems of the region and the environmental benefits they provide. The experience was developed in the framework of the annual activities that are called for the Science Week (XVI Week of Science and Technology-2018), organized by the Ministry of Science and Technology of Argentina. This activity allowed to approach the environmental theme in a playful way, with actions that allowed a previous preparation by the Professor. In addition, the action times and times for analysis and discussion in groups were administered, and then share the results obtained in plenary in an efficient manner. The activity, thus designed, allowed an organized process, where the intervention of the teacher was a guide for the discovery of each instance made by the students themselves, as it was proposed according to the dynamics of the pedagogical proposal.

KEY WORDS: education environmental, botanical garden, methodology.

[1] Universidad San Pablo-T

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T, se encuentran en la sede ubicada en la Comuna de San Pablo, perteneciente al Departamento Lules, a 13 Km. de la capital de Tucumán, en la región fitogeográfica de Las Yungas o Pedemonte, al pie de las Sierras de San Javier y Villa Nougués. Fitogeográficamente corresponde al límite entre la zona de Llanura tucumana (350 a 550 msnm) y el inicio de la Selva Pedemontana o Subtropical basal (550 a 900 msnm).

La provincia fitogeográfica de Las Yungas, se extienden como una faja de orientación norte-sur en las laderas orientales de los cordones montañosos del noroeste argentino (Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca) entre los 500 y 2.500 msnm. Se caracteriza además por poseer un clima cálido y húmedo, precipitaciones estivales 900 a 2.500 mm y una temperatura media de 14 a 26º C. Particularmente para el sector del bosque pedemontano, o pedemonte, se han reconocido a grandes rasgos unidades ambientales claramente diferenciables dentro de este piso de vegetación: la Selva de Tipa y Pacará (*Tipuana tipu* y *Enterolobium contortisiliquum*, respectivamente) en los sectores más meridionales (Provincia de Tucumán principalmente). Esta comunidad vegetal, sin embargo, ha sido completamente transformada en áreas de agricultura intensiva hacia fines del siglo XIX y principios del XX. (ProYungas, 2009). Las especies dominantes son el lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa*), cebil colorado (*Anadenanthera colubrina*), quina colorada (*Myroxylon peruiferum*), afata (*Cordia trichotoma*), palo lanza (*Patagonula americana*), pacará (*Enterolobium contortisiliquum*) y urundel (*Astronium urundeuva*). La fauna de las Yungas comparte algunas especies con la Provincia Chaqueña, con quien limita al este y muestra similitudes con la fauna paranaense, aunque algo más empobrecida. Mamíferos característicos: tapir (*Tapirus terrestres*), corzuela (*Mazama gouzoubira*), la taruca (*Hippocamelus antisensis*), el oso hormiguero (Myrmecophaga *tetradactyla)* y el yaguareté (*Panthera onca*). Aves características: pava del monte (*Penepole spp*.), surucuá (*Trogon spp*.), tucanes (*Ramphastos spp*.), etc. (Brown, 1995).

El Parque de la Universidad fue diseñado alrededor del 1910 por el Arquitecto Carlos Thays, responsable entre otros trabajos del diseño del Parque 9 de Julio (San Miguel de Tucumán) y Gral. San Martín (Mendoza). Posee un trazado aparentemente aleatorio característico de "jardín inglés", que refleja las ideas de jardín paisajista del siglo XVIII, donde un camino de circunvalación va enlanzando las distintas zonas que integran la composición: el invernadero, la gruta, la casa de baños, etc. La vegetación, constituida por una gran variedad de ejemplares autóctonos y exóticos, crece de modo natural sin estar sujeta a la geometría. Con el paso de los años, la flora típica de la zona ocupó gran parte del lugar.

A partir de la creación del Jardín Botánico de la USP-T en el año 2014, se realizaron estudios en la superficie del parque y en la demarcación de senderos interpretativos destinados a los alumnos de la universidad con el fin de fomentar la educación ambiental. Se realizó el reconocimiento de las especies e identificación botánica de más de 67 especies y alrededor de 120 ejemplares de distinto porte y el diseño y colocación de cartelería identificatoria. Asimismo se confeccionó material didáctico motivador y de reflexión de aspectos ambientales, destinado a alumnos de la Universidad, alumnos de distintos niveles escolares y turistas (Colombo, 2014, 2015, 2017).

Se determinó que los ambientes de la Selva Pedemontana reflejan el proceso de explotación forestal irracional de toda la región, mediante el cual desaparecieron los ejemplares arbóreos de las especies nobles; luego las de menor valor económico hasta agotar totalmente el bosque. El remanente mantiene el aspecto de selva, pero su valor forestal actual y potencial es casi nulo (INTA, 1998).

Por ello la premisa de valorar el cuidado de la biodiversidad se vuelve importante a la hora de diseñar el aprendizaje de temas ambientales.

Distintos convenios internacionales determinan la importancia del resguardo de la biodiversidad como: *Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica* (CDB), de 1992. En 2010 las Naciones Unidas declararon el período de 2011 hasta 2020 como la *Década global de la Diversidad Biológica*. Y también durante durante COP10 (Conferencia de Partes del año 2010), en Nagoya, Japón, países firmantes del CDB realizaron una *Nueva recomendación sobre biodiversidad*. En el año 2015, la Asamblea General de la ONU adoptó la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad. También podemos nombrar el *Acuerdo de París* que es un acuerdo mundial sobre el cambio climático que se alcanzó el 12 de diciembre de 2015, en París. El acuerdo presenta un plan de actuación para limitar el calentamiento del planeta «muy por debajo» de 2 °C, y cubre el periodo posterior a 2020.

El CBD establece que las colecciones de los jardines botánicos y la aplicación de sus capacidades en áreas como la taxonomía, la investigación botánica, la conservación, la propagación y los cultivos, contribuyen significativamente en la ejecución del CDB.

Entre las funciones de los Jardines Botánicos está la de abogar por el mantenimiento de la biodiversidad por lo que los programas de educación deberían incluir actividades que traten las relaciones entre el hombre y las plantas, el papel de la ciencia en la conservación de las plantas, la vida sostenible, y el valor de la biodiversidad, entre otros.

En el Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T se encuentran especies "autóctonas" que son aquellas especies que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original, con potencial de dispersión sin la intervención del hombre (Lever, 1985).

La investigación tuvo como objetivo probar metodologías educativas eficaces que sirvan para difundir la importancia que poseen las especies autóctonas para la conservación de los ecosistemas de la región y los beneficios ambientales que brindan.

Esto se realizó entendiendo que la Educación Ambiental (EA) es un tema que cada día tiene más relevancia en el ámbito educativo. Sin embargo el interés en este tipo de educación por parte de los alumnos se ve muchas veces dificultada por la falta de herramientas que permitan la sensibilización del estudiante frente a estos temas.

Se piensa la EA desde el marco pedagógico del constructivismo

> […]El conocimiento se construye como una espiral caracterizada por la gradualidad, por aproximaciones sucesivas que permiten el tratamiento de la complejidad ambiental. Por ello el constructivismo nos plantea, fundamentalmente, cambiar las formas de enseñanza, desplegar espacios en donde los alumnos/as puedan transitar sus propias estrategias de aprendizaje, sus propios caminos de experimentación, y nos propone revisar la pertinencia y significatividad de los contenidos (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2009).

Específicamente en el caso de la EA, para dinamizar el proceso de formación ambiental el docente debe apoyarse en estrategias diversas. La EA cuestiona los métodos tradicionales de enseñanza, planteando nuevos retos para la transmisión del saber, donde existe una estrecha relación entre investigación, docencia y difusión.

En investigaciones anteriores (Colombo, 2001, 2004) se identificó la necesidad de trabajar sobre metodologías didácticas, con el fin de encontrar instrumentos que faciliten el abordaje de la temática ambiental, su práctica y evaluación, por los docentes de los diversos niveles de educación. Por ello se intentó mediante este trabajo experimentar sobre metodologías didácticas, para encarar la EA de forma efectiva logrando objetivo cognoscitivos y de satisfacción de la actividad, que accionan sobre niveles afectivos significativos, con el propósito de lograr una concientización mayor sobre el cuidado del ambiente y un mayor compromiso con la comunidad. Otra característica del estudio es que la actividad se desarrolló en un contexto extracurricular, entendiendo que la misma es una actividad que se desarrolla fuera del aula, no forma parte del programa curricular regular de la institución.

Esta investigación trabajó en el marco del programa del Ministerio de Ciencia y Técnica de la Nación, la USP- T y la Escuela San Pablo Apóstol, de la localidad de San Pablo, Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODO

La experiencia se desarrolló en el marco de la actividades anuales que se convocan para la Semana de la Ciencia (XVI Semana de la Ciencia y Técnica- 2018), organizadas por el Ministerio de Ciencia y Técnica de la Nación Argentina.

Así se diseñó la actividad entre dos instituciones, el del Colegio San Pablo Apóstol y la Universidad de San Pablo-T, Tucumán.

Por un lado, participaron 3 docentes y 44 alumnos del 5º grado del Colegio San Pablo y por otro lado dos docentes e investigadores del proyecto IC- 604 de la USP-T: Árboles Nativos de Argentina en el Jardín Botánico de la USP-T.

El universo de estudio constó de los 44 alumnos del ciclo de estudio de nivel primario, entre las edades de 9 a 10 años, del 5º año del ciclo escolar primario.

Por lo expresado la propuesta se desarrolló en un contexto de actividad extracurricular, entendiendo a la misma como no contemplada dentro de la malla curricular y que se presenta fuera del aula diaria, en nuestro caso en el Jardín botánico de la USPT.

La duración de la actividad fue de media jornada en horario vespertino.

Se realizó un diagnóstico inicial sobre conocimientos del tema a trabajar. Se brindó una charla introductoria con todos los elementos

para valorar la biodiversidad y el ambiente del lugar, introduciendo terminología y también conceptos referidos a acciones para el cuidado del ambiente.
Luego se aplicó la experiencia didáctica, consistente en una actividad lúdica de aprendizaje.

La evaluación de los aspectos cognitivos, de concientización ambiental y de satisfacción de los alumnos con la metodología didáctica empleada, se realizó mediante una encuesta anónima al final de la actividad.
Finalmente se procesaron las encuestas mediante el programa Encuesta fácil, disponible en Internet en el *Website* ubicado en http://www.encuestafacil.com.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Charla Inicial

Figura 1: Charla inicial

Se realizó una charla inicial determinando el nivel de conocimiento sobre la vegetación autóctona y el ambiente. Se priorizó el conocimiento de los árboles autóctonos de manera amena y con un fuerte énfasis en el fortalecimiento de la conciencia ambiental.

Introducción y descripción de las especies autóctonas

Se realizó una introducción sobre las características de las especies autóctonas que se encuentran en el Jardín Botánico de la USPT, se describió la importancia que las mismas poseen en el contexto ambiental, remarcando el aporte a la conservación de la biodiversidad.
Se describieron las siguientes especies autóctonas del Jardín Botánico de la USP-T: *Allophyllus edulis* (chalchal); *Ceiba chodatti* (palo borracho o yuchán); *Enterolobium contortisiliquum* (pacará); *Jacaranda mimosifolia* (tarco, jacarandá); *Syagrus romanzoffiana* (pindó).

Búsqueda del "Tesoro"

Se formaron 5 grupos, identificándolos a cada uno con un color, a los que se les explicó que debían encontrar 5 banderines con pistas a resolver a fin de llegar a determinar, mediante distintas características, un árbol autóctono.
El 1º banderín se refería a resolver una adivinanza para determinar si el árbol en cuestión correspondía a carácter caducifolio o perennifolio.
El 2º banderín estaba orientado a determinar, también mediante una adivinanza, el color de las flores del árbol incógnita.
El 3º banderín contenía una muestra del fruto, y por medio de una sopa de letras se debía determinar qué tipo de fruto botánico tenía el árbol a identificar.

Figura 3: Formación de grupos

El 4º banderín consistía en llegar a la determinación del nombre común del árbol incógnita, mediante encontrar el nombre correspondiente, por medio de la unión de sílabas de palabras, de entre un conjunto de sílabas desordenadas.
A cada grupo se le entregó una cartilla con la descripción y fotos de los árboles autóctonos en búsqueda y finalmente los niños determinaban físicamente el árbol en cuestión. Realizando *in vivo* la observación con todos sus sentidos.

Figura 2: Búsqueda del tesoro

Encuesta Final

Se realizó a la totalidad de los alumnos una encuesta anónima para determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos propuestos respecto a: aprendizaje, conciencia ambiental y satisfacción logrados mediante la experiencia.

Plenario con todos los grupos

Todos los grupos se reunieron en plenario general, cada grupo comentó su experiencia y describió el árbol incógnita que les tocó determinar.

RESULTADOS

Figura 4: Resolución de consignas en cada estación

El número de encuestas fue de 44, correspondiente al 100 % de los alumnos que realizaron la actividad.

En cuanto al nivel de aprendizaje la pregunta: ¿Qué significa que una planta es autóctona o nativa?, fue contestada correctamente por el 77% de los alumnos. La pregunta: ¿Por qué la vegetación autóctona o nativa es importante para el ambiente del lugar? fue contestada correctamente por el 82% de los alumnos.

En cuanto al cumplimiento del objetivo de la actividad: "Esta experiencia me sirvió para divertirme, aprender sobre el ambiente y tomar conciencia de la necesidad de su cuidado" fue elegida por el 88 % de los alumnos. Otra de las respuestas "Para divertirme" fue seleccionada por el 12% de los alumnos. Las otras opciones "para conocer la universidad" y "para nada" no fue seleccionada por ningún alumno.

Respecto a la calificación de la experiencia, entre el rango que va desde excelente a mala, 84% de los alumnos opto por excelente, 11 % buena, 5 % regular y 0 % mala.

La última pregunta estuvo referida a: qué le gustaría cambiar para la próxima actividad. En general los alumnos solicitaron tener más tiempo, para realizar más búsquedas de tesoros.

Figura 5: Plenario de sínteses

CONCLUSIONES

La metodología permitió abordar la temática ambiental de una forma lúdica, con actividades explicitadas de antemano que permitieron una preparación previa por parte del docente. Además se administraron los tiempos de acción y tiempos para análisis y discusión en grupo, y luego compartir los resultados obtenidos en plenario de forma eficiente. La actividad, así diseñada, permitió un proceso organizado, donde la intervención del docente constituyó una guía para el descubrimiento de cada instancia realizada por los propios alumnos, como se planteó de acuerdo a la propia dinámica de la propuesta pedagógica.

Al mismo tiempo se logró un trabajo original elaborado por los propios alumnos mediante la resolución de incógnitas.

Finalmente se promovió la reflexión sobre las características de los árboles autóctonos y su contribución al ambiente y a los beneficios que aportan, relacionados con los otros elementos del ecosistema.

Se observó que mediante esta metodología se logró alcanzar los objetivos en cuanto a los aspectos cognoscitivos, afectivos y psicomotor del niño. Estas interrelaciones estimulan el dominio psicosocial y son fundamentales para la formación de actitudes positivas hacia el ambiente.

El presente material aspira a convertirse en un medio, un aporte que colabore con el trabajo docente en el desarrollo e implementación de prácticas educativas, cuyo sustrato teórico y metodológico, tengan por finalidad el aprendizaje y enseñanza de temas ambientales. Aspiramos por tanto realizar aportes para facilitar prácticas de Educación Ambiental en actividades conjuntas entre las escuelas, los jardines botánicos y otras instituciones relacionadas con la ciencia y la educación.

Figura 6: Grupo participante

BIBLIOGRAFÍA

Brown, A. 1995. Fitogeografía y conservación de las selvas de montaña del noroeste de Argentina. En Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. Churchill S.P, Balslev H, Forero E y J.L. Luteyn (Eds.). New York Botanical Garden, New York. 1995.

Colombo, M. 2002. La educación ambiental en la formación del ingeniero agrónomo. Actas del Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Ambiente. Organizado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede

Ecuador. 6 y 7 de noviembre de 2002. http://www.redibec.org/

Colombo, M. 2004. El perfil profesional y su relación con el ambiente, el caso de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT. Argentina. En el IV Encuentro Nacional y I Latinoamericano: La Universidad como Objeto de Investigación, realizado en San Miguel de Tucumán.

Colombo, M. y Ríos, A. Revalorización del parque del Campus USP-T y posibilidad de transformación en circuito educativo y turístico. IDITeC. Revista Científica. USP-T. ISSN Nº 2314-0305. Año 2014.

Colombo, M. y Ríos, A. 2015. Jardín para la inclusión. El caso del Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-T. IDITeC. Revista Científica. USP-T. ISSN Nº 2314-0305.

Colombo, M.; Ríos, A.; Giménez, G. 2015. TIC´s en el Jardín Botánico de la Universidad San Pablo- T. Tucumán. Un recurso para la educación ambiental. Memorias del VI Encuentro Nacional y III Latinoamericano. INGRESO UNIVERSITARIO. Organizado por Centro de Investigaciones y Estudios en Educación Superior (CIEES). Dirección de Orientación Vocacional. Departamento de Psicología y Educación de la Fac. de Humanidades Cs. Sociales y de la Salud-UNSE.

Colombo, M.; Ríos, A.; Danert, C. 2017. Estudio Fenológico de Especies Autóctonas del Jardín Botánico de la Universidad de San Pablo-Tucumán. Revista IDITec 2017. ISSN Nº 2314-0305.

INTA. 1998. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto. Selva de Yungas del Noroeste Argentino (Jujuy, Salta, Tucumán), Recuperación ambiental y productiva. En Lineamientos Silvícolas y Económicos para un Desarrollo Forestal Sustentable.

Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA). 1993. Educación ambiental. Capacitación de docentes de básica primaria. Edit. CODESA. Colombia.

Lever, S. C. 1985. Naturalized mammals of the world. Longman, Harlow: UK.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2009. Educación Ambiental. Ideas y propuestas para docentes. Nivel primario.

EL TOMATE DE ÁRBOL (SOLANUM BETACEUM), UNA FRUTA ANDINA CON POTENCIAL PARA EL MERCADO INTERNACIONAL.

TOMATO DE ARBOL (*SOLANUM BETACEUM*), AN ANDEAN FRUIT WITH POTENTIAL FOR THE INTERNATIONAL MARKET.

Jaramillo Zapata Margarita María[1]
[1] *Instituto de Desarrollo e Innovación Tecnológica para la Competitividad Territorial Universidad San Pablo – T.*
mjaramillo@uspt.edu.ar

RESUMEN

En la región del NOA, Salta, Jujuy y Tucumán se producen frutales como el tomate de árbol o chilto en pequeños huertos caseros o también pueden encontrarse de manera natural en la Yungas. En este trabajo se presentan algunas generalidades del tomate de árbol, su cultivo, las condiciones específicas necesarias para obtener producción, las principales variedades que se encuentran en Argentina. El proyecto que se desarrolla actualmente en la Universidad San Pablo Tucumán USP-T busca Caracterizar las principales especies de virus asociadas a los frutales de toma de árbol, en el NOA. Específicamente se busca Identificar las virosis asociadas al tomate de árbol, en el NOA y determinar la incidencia de los virus que afectan esta planta en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán.

PALABRAS CLAVE: Chilto, Yungas, frutales, virus.

ABSTRACT

In the NOA regions, Salta, Jujuy and Tucumán, the tree tomato are produced in the small home gardens or it can also find the natural way in the Yungas. The present work is seeks to characterize the main species of virus in the tree tomato, in the NOA. Specifically, the aim is to identify the virosis in the tree tomato, and to determine the incidence of the virus in the plant of the provinces of Salta, Jujuy and Tucumán.

KEY WORDS: Chilto, Yungas, andean fruits, virus

INTRODUCCIÓN

En las Provincias de Tucumán, Salta y Jujuy se desarrollan actualmente plantaciones de frutas en pequeños huertos del tomate de árbol (*Solanum betaceum).* El centro de origen del tomate de árbol son los andes (Bolivia, Perú y Argentina), sin embargo, las plantaciones comerciales de esta especie en Argentina son escasas. Atribuido principalmente al poco desarrollo técnico.

Por otro lado en los últimos años se ha insistido sobre la importancia de introducir y desarrollar nuevos productos agrícolas que permitan ampliar las oportunidades de mejorar el ingreso de los productores, al mismo tiempo que generen fuentes de empleo y divisas para el país. Es así como actualmente la producción de esta fruta andina presenta un auge en la región del NOA. Las áreas de cultivo del tomate de árbol se han incrementado, atribuidas al aumento constante de la demanda de consumo interno en estas incipientemente en estas provincias y notablemente en el mercado de Buenos Aires. De esta manera se observa la necesidad de establecer marcos de conocimiento del tomate de árbol en su cultivo así también como en el identificación, diagnóstico y descripción de enfermedades que limitan su producción.

Este frutal ha contado con el apoyo de la Secretaría de Ambiente de la Secretaría General de la Presidencia de la Nación Argentina, del programa Productos Forestales No Maderables, de las Universidades de la región y entidades estatales como el INTA. Específicamente la USP-T y la Reserva San Pablo ha establecido parcelas demostrativas a campo abierto y en sotobosque con semillas regionales, provenientes de la Reserva Horco Molle. Estas parcelas fueron trasplantadas para dar a conocer los requerimientos agroambientales y el manejo agronómico aplicando Buenas Prácticas Agrícolas. Los lotes fueron ubicados a una altura de 1310 m.s.n.m. con coordenadas Sur 26 º 51' 37'' y W0 65º 23' 00,7'', con una pendiente moderada del terreno. La primer parcela dentro de un claro en el bosque con predominancia de *Lugustro lucidum* y *Ligustrum sinensis* (ambas especies introducidas y muy invasivas). La segunda tiene presencia de algunos árboles nativos como *Blepharocalix salicifolius* (Horco Molle), *Centella lilloa*, *Parapiptadenia macrocarpa* (Horco Cebil) y *Lugustro lucidum* y *Ligustrum sinensis*. Se busca con estas iniciativas tener elementos para el desarrollo agronómico del tomate de árbol en Argentina que le permitan a los agricultores proyectarse y ver otras alternativas productivas.

El cultivo del Tomate de árbol - Chilto (*Solanum betaceum*)

Este frutal ha extendido su cultivo a países como Colombia, Ecuador principales productores, aunque se tienen registro de cultivos en Perú, Bolivia, Brazil, Venezuela, Estados Unidos (California), España, Zambia, Kenya, Zimbabwe y Uganda (Stangeland et al., 2009), China Vietnam, Sri Lanka, India, Australia, Nueva Zelanda (MADR, 2006), extendiéndose en zonas tropicales y subtropicales del mundo. El tomate de árbol discretamente conocido en Argentina se perfila con un potencial de producción atractivo, al contar con las condiciones medio ambientales típicas del subtrópico.

El tomate de árbol como fruta ha sido ampliamente estudiado en Tucumán desde el punto de vista bioquímico, por su potencial nutracéutico (MAyDS, s.f.). También en la Universidad de Salta se está formando un banco de germoplasma de variedades encontradas en las Yungas. Actualmente tiene una relevancia notoria que el cultivo cuenta con respaldo de proyectos direccionados a través de Programa de Productos Forestales no Madereros - PFNM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, que buscan proteger a los Bosques Nativos y garantizar su manejo de forma sustentable. No obstante las plantaciones de tomate de árbol en Argentina son pequeñas extensiones a lo largo de todas las Yungas (en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán), que se requiere profundizar en los conocimientos de desarrollo de cultivo.

En los países productores, los rendimientos se ven seriamente afectados por diferentes factores como la utilización de material de siembra deficiente, el uso indiscriminado de agroquímicos, el manejo inapropiado en poscosecha y la carencia de asistencia técnica profesional (MADR, 2006). Además de éstos limitantes, el cultivo enfrenta serios problemas fitopatológicos como la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), los nematodos de los nudos radiculares (*Meloidogyne* spp.) y diversas enfermedades virales (Tamayo, 1990; Tamayo, 1996; Betancourth *et al.*, 2003, Cruz, 2005; Ayala, 2009; Jaramillo *et al.* 2011).

Descripción

Solanum betaceum Cav. (*Cyphomandra betacea* Sendt., *C. hartwegi* Sendt.). Los nombre regionales que se le atribuyen al tomate de árbol son *tomate granadilla, granadilla, pix,* and *caxlan pix* (Guatemala); *tomate de palo* (Honduras); *arvore do tomate, tomate de arvore* (Brazil); *lima tomate, tomate de monte, sima* (Bolivia); *pepino de árbol* (Colombia); *tomate dulce* (Ecuador); *tomate cimarron* (Costa Rica); and *tomate francés* (Venezuela). En Nueva Zelanda en los años 70´s, designó a la fruta como "tamarillo" para facilitar y unificar el comercio de éste.

El tomate de árbol es un arbusto pequeño, vistoso, de rápido crecimiento, quebradizo de raíz poco profunda alcanza una altura de entre 3 hasta 5.5 metros. Las hojas tienen un olor a almizcle, son siempre verdes, alternas, con forma acorazonada, apuntadas en el ápice, de entre 10 hasta 35 cm de largo por 12 cm de ancho (puede variar de acuerdo a la intensidad de la luz que reciba la planta). Con venas gruesas y conspicuas. Las flores son fragantes de 1,25 a 2 cm de ancho, tiene 5 pétalos rosa pálido, con lóbulos puntiagudos, 5 prominentes estambre amarillos y cáliz verde. La fruta se encuentra colgante del tallo largo, nacida individualmente, o en grupos. La fruta se encuentra en ramilletes de entre 3 a 12, es lisa, con forma de huevo, pero apuntada en ambos extremos y rematada con el cáliz cónico persistente. En tamaño varía de 5 a 10 cm de largo y de 4-5 cm de ancho. El color de la piel puede ser sólido de color morado oscuro, rojo sangre, naranja o amarillo, o rojo y amarillo con rayas longitudinales oscuras. El color de la pulpa varia de rojo a naranja o naranja a amarillo. La piel es algo dura. La pulpa exterior es ligeramente firme, suculenta y suave y la pulpa que rodea las semillas en los dos compartimientos a lo largo es suave, jugosa, ligeramente ácida a dulce. Las semillas son delgadas, casi planas, circulares, más grandes y más duras que las del verdadero tomate y claramente amargas. La fruta tiene un aroma ligeramente resinoso (Morton, 1987).

Origen y distribución.

Se cree que el tomate de árbol es generalmente native de los andes de Perú, Ecuador y Bolivia aunque también podría atribuirse su centro de origen a Argentina, Brazil y Colombia. Es cultivado y naturalizado en Venezuela y crece en las montañas de Costa Rica, Guatemala, Jamaica, Puerto Rico y Haiti (Morton, 1987).

Variedades

En Argentina son recientes los estudios que se tienen en tomate de árbol. Se han identificado en la región del NOA tres variedades a saber con color de piel naranja-amarillo con pulpa de igual color (figura 1), una segunda variedad con color de piel naranja –amarillo con pulpa de color rojo y una tercera con color de piel rojo con pulpa naranja. En la provincia de Tucumán se encuentra comúnmente la variedad amarillo-naranja. En las provincias de Salta y Jujuy se encuentran las tres variedades descritas. En estas tres variedades la piel presenta manchas longitudinales más oscuras que van desapareciendo en la medida que se alcanza la madurez de la fruta. También existen variaciones en la forma de la fruta, se encuentran desde ovoides, globosas (las que presentan colores rojos) y frutas alargadas de aproximadamente entre 5-7 cm.

Figura 1. Fruta de tomate de arbol de Horco Molle (Tucumán), variedad común color amarillo-naranja.

Clima

El tomate de árbol es una planta de clima subtropical. En Colombia y Ecuador crece entre 1500-3000 msnm; en Puerto Rico entre 305-915 m; En India entre 305-2288 m. Es de climas fríos, sin embargo con temperaturas por debajo de -2.2 °C su follaje se desarrolla con pequeñas rama y causa defoliación, es sensible a heladas (Morton, 1987). Cuando éstas no son prolongadas o frecuentes el árbol se recupera. Las plantaciones deben ser cubiertas o en sotobosque.

Se requiere protección contra vientos o el uso de barreras rompevientos, debido a que es un arbusto quebradizo, especialmente en la época de fructificación.

Suelos

Se requiere de suelos, sueltos (sin compactaciones), ni encharcamientos. Es típico de suelos fértiles. En Tucumán se encuentra naturalizado en típicos Molisoles.

Propagación

La propagación se obtiene desde semilla o esquejes. Con semillas, se desarrollan árboles erectos con ramificaciones a largadas. Las semillas germinan en 10 días. Con la propagación por esquejes se obtienen plantas más bajas y tupidas, ideales para zonas ventosas.

Cultivo

Las densidades de siembra pueden variar entre 2,5 entre plantas y 3 metros entre surcos, logrando 1300 plantas por hectáreas. Densidades de plantación más estrechas (1.5 x1.8 m) son requeridas para zonas con vientos logrando densidades de hasta 3500 plantas por hectárea.

Los esquejes mas óptimos deben ser de madera de 1 a 2 años de 10-25 mm de grosor y 45-75 cm de largo, aunque se pueden lograr desde 30 cm de longitud; Las hojas se eliminan y la base se corta por debajo de un nodo. Se pueden plantar directamente en el campo y, si bien son precoces, no se debe permitir que fructifiquen en el primer año (Morton, 1987).

Los árboles de semillero se podan el primer año después de la siembra a una altura de 1-1,2 m para fomentar la ramificación. A partir de entonces, es aconsejable la poda anual para eliminar las ramas que ya han fructificado e inducir nuevos brotes cerca de las ramas principales, ya que la fruta se produce en un nuevo crecimiento. De lo contrario, el árbol desarrollará una copa amplia con frutas solo en la franja exterior (Morton, 1987). La poda facilita la cosecha y, si se cronometra adecuadamente, puede extender el período total de fructificación (figura 2). La poda de otoño de otros árboles es aconsejable, superada la cosecha en Argentina.

Figura 2. Tomate de árbol con tutor y adecuada ramificación.

En algunos países productores los rendimientos del cultivo se ven seriamente afectados por diferentes factores productivos como la utilización de material de siembra deficiente, el uso indiscriminado de agroquímicos tanto insecticidas, fungicidas y fertilizantes, el manejo inapropiado en poscosecha y la carencia de asistencia técnica profesional.

Riego

Lo ideal en argentina es que se tenga sistema de riego, debido a que la planta no tolera periodos prolongados de sequía condición que sucede en invierno- primavera.

Polinización

Las flores se autopolinizan, se requieren de abejas o ligeros vientos para que suceda la autopolinización. Las flores que no son polinizadas se caen prematuramente.

Cosecha

Las plantas producen su primer cosecha en el segundo año de trasplante a campo y continua productivo durante 6 años. Dependiendo de la incidencia de patógenos y el manejo de las podas. Producen hasta 12 años las plantas. Las producciones pueden variar desde 10 kg por planta hasta máximos de 120 kg, con un manejo de cultivo adecuado y abundante fertilización. En Colombia existen plantaciones con producciones de hasta 150 k. en Brazil el promedio por árbol alcanza los 30 kg. Las producciones de países como Colombia y Ecuador, varían de acuerdo al manejo que se le dé al cultivo, aunque en promedio se podría hablar de 2 Tm/ha año y el precio es de 1 USD/ kg.

Consumo

La fruta es utilizada para consumo fresco y para la industria de procesamiento de alimentos (mermeladas y conservas). También se tienen en la región proyectos innovadores, como la producción de vino, el uso de pulpa para coctelería e incluso el uso para la producción de salsas.

Plagas y enfermedades

El cultivo enfrenta serios problemas fitopatológicos como la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), los nematodos de los nudos radiculares (*Meloidogyne* spp.) y diversas enfermedades virales.

En consecuencia de las áreas plantadas en inspecciones realizadas en el NOA, se han detectado sintomatologías semejantes a las causadas por virus. Sin embargo, actualmente se tienen escasos registros de los principales virus causantes de enfermedades en Argentina. Por tanto es necesario generar conocimiento realizando la identificación y caracterización mediante técnicas serológicas y moleculares, conjuntamente con técnicas de microscopía electrónica, además de la descripción de síntomas presentes. De esta manera se podrían conocer los principales virus que afectan los cultivos e implementar estrategias de control de las enfermedades para evitar la introducción de los virus presentes a nuevas áreas de producción. En la Universidad San Pablo Tucumán USP-T se adelanta una investigación que busca caracterizar las principales especies de virus asociadas a los frutales del tomate de árbol, en el NOA. Específicamente se busca Identificar las virosis asociadas a este frutal, en el NOA y determinar la incidencia de los virus que afectan estas especies de planta en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán.

METODOLOGÍA

Localización:

Las muestras que se obtengan de los revelamiento realizados en las plantas de tomate de árbol, en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, serán procesadas en el Laboratorio de Biología de la USPT para el reconocimiento de síntomas. Posteriormente serán procesadas mediante técnicas de microscopía, serología y técnicas moleculares en colaboración con los laboratorios del IPAVE en Córdoba.

Colección de muestras y descripción de síntomas

Para determinar las virosis que pudieran presentarse infectando Chilto, Maracuyá, Banana y Papaya en el NOA en Argentina, se realizarán muestreos dirigidos en las principales zonas de producción. En las áreas inspeccionadas, se realizarán colectas a partir de muestras con síntomas similares a los inducidos por virus.

Se realizará una caracterización detallada de las sintomatologías encontradas en tejido foliar, frutos y flores. Las muestras serán almacenadas y rotuladas en bolsas plásticas con papel y trasportadas al laboratorio para su posterior identificación serológica y molecular.

Detección mediante microscopía electrónica

Las muestras colectadas serán sometidas al análisis mediante microscopía electrónica, siguiendo la metodología descrita (Francki *et al*., 1985).

CONSIDERACIONES FINALES

Se esperan los resultados de esta investigación para los próximos meses lo que permitirá primero identificar la presencia de virus y lograr herramientas disponibles para los productores enfocadas en mitigar el impacto en los rendimientos de las plantas.

El tomate de árbol, se establece como una alternativa viable económicamente y sustentable para la región. Las condiciones agroclimáticas que se presentan en estas provincias, son adecuadas para el desarrollo de las plantas, aunque es necesario que se alcancen un mayor grado de desarrollo en cuanto a la asistencia técnica profesional y de aplicación de la tecnología disponible.

Generar nuevo conocimiento para Argentina, limitantes en la producción, la agronomía del cultivo, estudios de ecofisiología, diversidad genética, conocer los limitantes por fitopatógenos, valor nutracéutico, agregado de valor, posibilidades de exportación.

Liderar investigaciones que conducen a generar desarrollo competitivo, sobre este cultivo en la región del NOA es un propósito para la Universidad San Pablo Tucumán. Actualmente se adelantan investigaciones en colaboración con la Reserva San Pablo, COPRODESA, el INTA-IPAVE (Instituto de patología vegetal). Canalizar desde distintos puntos del conocimiento la información producida, es fundamental para tener logros mancomunados y posicionar a los productores regionales.

El tomate de árbol se constituye para Argentina, como una actividad productiva sustentable no maderera para bosques nativos. De esta manera todos los equipos de trabajo que actualmente existen en Argentina de Tomate de árbol o chilto afirman que este cultivo podría convertirse en un producto sustentable para la conservación de la región de las Yungas. La demanda de tomate de árbol continúa en constante crecimiento y nuevos agricultores se van sumando a las áreas actualmente cultivadas. La USP-T promueve e incentiva la producción de este recurso andino como una excelente alternativa agroforestal en las Yungas.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala, M. 2009. Caracterización del *Potyvirus* asociado a la virosis del tomate de árbol en Antioquia. Trabajo de Grado presentado para optar al Título de Magíster en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Octubre. 96 p.

Betancourth C., Goyes R. y Bravo D.A. 2003. Caracterización biológica de un virus del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Send) en el departamento de Nariño. Fitopatología Colombiana 27: 7-10.

Cruz L.F. 2005. Identificación de virus en *Solanum betaceum.* Tesis de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. 48 p.

Francki R.I.B., Milne R.G., Hatta T. 1985. Atlas of Plant Viruses. Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, 284 pp.

Jaramillo M., P. A. Gutiérrez, L. E. Lagos, J. M. Cotes, Marín M. 2011. Detection of a complex of viruses in tamarillo (*Solanum betaceum*) orchards in the Andean region of Colombia. *Tropical Plant Pathology*, vol. 36, 3, 150-159.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MARD. 2006. Observatorio agrocadenas Colombia. Disponible en http://www.agrocadenas.gov.co). Consulta: Enero 2008.

Morton, J. 1987. Tree Tomato. In: Fruits of warm climates. Miami, FL. p. 437–440. https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/tree_tomato.html

Stangeland T. Remberg S.V., Lye K.A.. 2009. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. Food Chemistry 113: 85-91.

Tamayo P.J. 1990. Mosaico del tomate de árbol. ASCOLFI Informa.16: 54-55.

Tamayo P.J. 1996. Enfermedades Virales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav).Sendt.) en Colombia. ASCOLFI Informa 22: 26-29.

ESTUDIO Y ANÁLISIS REPRODUCTIVO Pelargonium sp.: LARVICIDA Y REPELENTE DE Aedes aegyptis (Díptera: Culicidae)

STUDY AND REPRODUCTIVE ANALYSIS *Pelargonium sp*.: LARVICIDA AND REPELENT OF *Aedes aegyptis* (Diptera: Culicidae)

Pastoriza A.*[1], Budeguer C. J.[1], Martínez Pulido L.[1], Nasif A.[1], Andrada Mansilla B.[1], Ostengo S.[1,2]
[1]*Cát. Genética. Facultad de Agronomía y Zootecnia –Universidad Nacional de Tucumán*.
2 *Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.*
* adrianapastoriza@yahoo.com.ar.

RESUMEN

Pelargonium citrosum Voigt ex Sprague, sin. *Pelargonium graveolens* L'Hérit, pertenece a la familia Gerianaceae, nativa de Sud África y países vecinos. Posee valor ornamental por su follaje decorativo, y gran variación en la morfología de sus hojas, tallo herbáceo, piloso, flores axilares y terminales dispuestas en umbelas compactas. La planta emana un intenso olor cítrico, por la presencia de citronela y ee comercializa como "geranio anti-mosquitos" por sus propiedades como biocida natural. Desde el punto de vista citogenético, se conoce poco sobre la especie. Para el género *Pelargonium* se mencionan distintos niveles de ploidía (diploide, tetraploide, hexaploide, etc.), informándose un tamaño pequeño de cromosomas (alrededor de 1,5 µm). Para realizar actividades de pre-mejoramiento es importante conocer la forma de reproducción de la especie en un ambiente particular. Se han reportado casos de autoincompatibilidad. Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar su citología, los estadios de la meiosis y la viabilidad del polen. Las plantas analizadas de *P. citrosum* provinieron de San Miguel de Tucumán. El análisis citogenético de meiosis y de viabilidad de polen se hizo con técnicas convencionales. Los resultados mostraron una meiosis normal y alta viabilidad del polen. La multiplicación clonal es una alternativa importante de difusión de la especie, la cual puede ser implementada para preservación del germoplasma.

PALABRAS CLAVE: reproducción en pelargonium, citronellol, difusión.

ABSTRACT

Pelargonium citrosum Voigt ex Sprague, sin. *Pelargonium graveolens* L'Hérit, belongs to the Gerianaceae family, native to South Africa and neighboring countries. It has ornamental value for its decorative foliage, and great variation in the morphology of its leaves, herbaceous stem, hairy, axillary flowers and terminals arranged in compact umbels. The plant exudes an intense citrus scent, due to the presence of citronella and commercialized as "anti-mosquito geranium" due its properties as a natural biocide. From the cytogenetic point of view, little about the species is known. For the genus Pelargonium, different levels of ploidy (diploid, tetraploid, hexaploid, etc.) are mentioned, reporting a small chromosome size (around 1.5 µm). In order to carry out pre-breeding activities it is important to know the reproduction form of the species in a particular environment. Cases of self-incompatibility have been reported. Therefore, the objective of this work is to analyze its cytology, the stages of meiosis and the viability of pollen. The analyzed plants *of P. citrosum* came from San Miguel de Tucumán. To cytogenetic analysis of meiosis and pollen viability, conventional technics were used. The results showed normal meiosis and high pollen viability. Clonal multiplication is an important alternative for the diffusion of the species, which can be implemented for the preservation of germplasm.

KEY WORDS: Pelargonium reproduction, citronelol, diffusion.

INTRODUCCIÓN

La utilización de metabolitos secundarios provenientes de especies vegetales, ha sido de gran utilidad para el control de distinto tipo de organismos patógenos, como así también de otros vegetales definidos como malezas de cultivos. Así, se han mencionado numerosas especies con estas características, pertenecientes a las familias Asteraceae, Geranaciae, Verbenaceae y Labiatae, que poseen actividad antimicrobiana, antifúngica, larvicida e insecticida (Muñoz V., J.A. *et al.*, 2014; Pastoriza, A. *et al.*, 2000 a). La disponibilidad de estas plantas a través de su cultivo hacer un uso sustentable del recurso. Son diversas las especies que en Tucumán se han estudiado y siguen empleándose para demostrar su uso biocida o alelopático (Pastoriza *et al.*, 2000 b; Gianfrancisco *et al.*, 1998; Gianfrancisco *et al.*, 1999).

El género *Pelargonium* pertenece a la familia Geraniaceae, que incluye alrededor de 280 especies provenientes de Sud África. Algunas de ellas poseen valor económico por sus aceites esenciales, tales como geraniol y citronelol, entre otros (Blerot, L. *et al*., 2015). *Pelargonium citrosum* Voigt ex Sprague (The International Plant Name Index, 2005) sin. *Pelargonium graveolens* L'Hérit, es nativa de Sud África y países vecinos. Son ornamentales, con gran variación en la morfología de sus hojas; tallos herbáceos, piloso y follaje decorativo. Presenta flores de color rosa a fucsia, axilares y terminales, dispuestas en umbelas apretadas. Toda la planta emana un intenso olor cítrico, por la presencia de citronela o citronelol. Se comercializa como "geranio anti-mosquitos" por sus propiedades como repelente o biocida natural.

Algunos híbridos entre *Pelargonium graveolens* L'Hérit y especies relacionadas son estudiadas y utilizadas por el alto porcentaje de aceites esenciales utilizados como repelentes de mosquitos productores de enfermedades tales como el Dengue, entre otras (Blerot, L. *et al*., 2015). Estos mismos autores mencionan la complejidad del género y confusiones en los nombres científicos, siendo *P. graveolens* y sus híbridos los que poseen mayor contenido en citronelol y geraniol.

Morfológicamente, se ha informado que *P. citrosum* es similar (indicándolo como cultivar) a *P. graveolens*. Algunos autores señalan que el primero ha sido modificado genéticamente, introduciendo genes en *P. graveolens* con actividad repelente para mosquitos, por la presencia de citronelol (Matsuda B.M. *et al*, 1996).

Por otro lado, se ha identificado como Citronela a una especie del género *Cymbopogum* sp. (Honfi A. y Daviña R.J., 2015), aunque otros antecedentes confirman que el aceite esencial proviene del género *Pelargonium sp.* e híbridos con especies relacionadas.

Por lo mencionado anteriormente, resulta importante realizar actividades de pre-mejoramiento para conocer el comportamiento reproductivo de esta especie en Tucumán. Se informó la existencia de protandria, así como mecanismos de incompatibilidad para especies del género *Pelargonium* y granos de polen trinucleados (Alonso Gómez M.M., 2002). Desde el punto de vista citogenético, se conoce poco sobre la especie. Para el género *Pelargonium* se mencionan distintos niveles de ploidía (diploide, tetraploide, hexaploide, etc.), con un tamaño pequeño de sus cromosomas (alrededor de 1,5 µm) y números cromosómicos que oscilan entre 30 y 90 cromosomas (Darlington y Wylie 1953; Blerot L. *et.al.*, 2015).

Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar su citología, el comportamiento de los cromosomas en los diferentes estadios de la meiosis y la viabilidad del grano de polen.

METODOLOGÍA

El material de *Pelargonium* fue suministrado por un jardín de la ciudad San Miguel de Tucumán.

Para el análisis de meiosis, se fijaron las inflorescencias jóvenes, antes de la antesis, en solución de Newcomer (alcohol isopropílico: ácido acético glacial: éter de petróleo: acetona: dioxano, 6:3:1:1:1) durante 24 h. Para meiosis se aplastaron las anteras suavemente, para liberar las Células Madres de Polen (CMP) entre porta y cubre objeto, en una gota de colorante hematoxilina acética al 2% (p/v) con citrato férrico al 1% (p/v) como mordiente (Budeguer, 2012a; Budeguer *et al.*, 2013; Pastoriza *et al.*, 2013). La determinación de viabilidad de polen se realizó sobre un portaobjetos con anteras maduras para librar los granos de polen sobre una gota de Azul de Algodón en Lactofenol durante 24 h (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Budeguer, 2012b), se observó en microscopio óptico, considerando normales a los granos turgentes y bien coloreados y anormales a los deformes o sin colorear. Las microfotografías fueron tomadas con el microscopio Carl Zeiss Primo Star con cámara digital integrada.

Figura 1. Ejemplar de *Pelgargonium citrosum*

RESULTADOS

Se observó una meiosis normal, y cromosomas de tamaño muy pequeño (1µ). En la Figura 2 se observa células en estadio de Leptonema de División I de Meiosis (a) y tétradas normales en Telofase II. En la figura 3 se muestran granos de polen, con un 95% de granos normales, lo que indica alta viabilidad de los mismos.

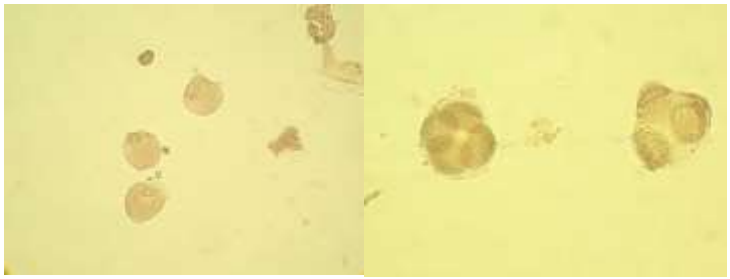


Figura 2. Meiosis en .*P citrosum*; a) Leptonema; (b) Tétradas.

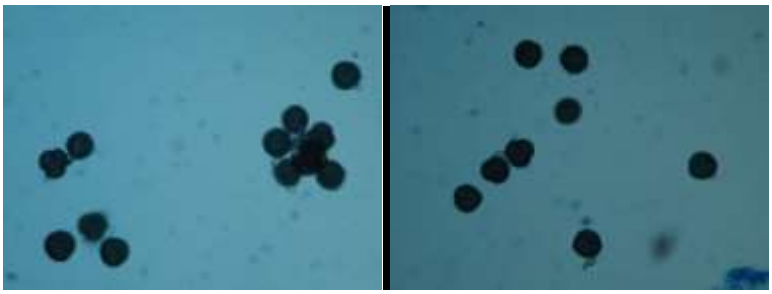


Figura 3. Polen viable de *P. citrosum.*

DISCUSIÓN

En concordancia con lo informado en la bibliografía (Blerot *et al.,* 2015), se observó cromosomas con un tamaño muy pequeño. En cuanto al comportamiento de los cromosomas en meiosis, los estadios observados fueron todos normales. Sin embargo, la ausencia de semillas fértiles puede estar relacionada a los fenómenos de autoincompatilidad que impiden la autofecundación (Alonso Gómez M.M., 2002).
Ante estos resultados, se concluye que la multiplicación clonal es una alternativa importante para la difusión de la especie, la que puede ser cultivada para uso comercial y preservación del germoplasma.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con subsidio del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT), Programa A620.
Se agradece especialmente a la Dra. Liliana Muller, la provisión de material de *Pelargonium* para la realización del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Gómez M. M. (2002) Biotecnología aplicada a la mejora de *Pelargonium*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. ISBN: 84-669-1673-3, 142p.

Blerot B., Baudino S., Prunier C., Demarne F., Toulemonde F., Caissard J. S. (2015) Botánica, agronomía y biotecnología de Pelargonium usado para producción de aceites esenciales. *Phytochemestry Review*. Fundamentals and Perspectives of Natural Products Research. DOI 10.1007/s11101-015-9441-1, 29p.

Budeguer C. (2012a). Variabilidad genética de poblaciones naturales de *Chenopodium ambrosiodies* L. en la provincia de Tucumán, República Argentina. Tesis, Universidad Nacional de Tucumán. 103 p.

Budeguer C. (2012b). Caracterización citogenética y viabilidad del polen de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin y Clemants en la provincia de Tucumán, Argentina. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 32 (1-2): 17-20.

Budeguer C. J., Nasif A., Martínez Pulido L., Pastoriza A., Andrada Mansilla B. (2013) Cytogenetics of *Lippia alba* (Mill.) Brown from Lules, Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 33 (1): 11-14.

D' Ambrogio de Argüeso A. (1986) Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Cátedra de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía. U.B.A. 1º Edición. Hemisferio Sur. p 67-68.

Darlington C. D., Wyle A. P. (1955) Chromosome Atlas of flowering plants. George Allen & Unwin Ltd., London, p. 397.

Honfi A. I., Daviña R. J. (2015) Reserva Natural Campo San Juan. Provincia de Misiones – Argentina. Flora de interés forrajero y ornamental de Campo San Juan. Cap. 4, 112p.

IPNI. The International Plant Name Index. http://www.ipni.org/index.html. Consultado el 02-07-2018.

Matsuda B.M., Surgeoner, G.A., Heal J. D., Tucker A. O., Maciarello M.J. (1996) Essential oil analysis and field evaluation of the citrosa plant '*Pelargonium citrosum*' as a repellent against populations of AEDES mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 12 (1):69-74.

Muñoz V. J. A., Staschenkoo E., Ocampo D. C. B. (2014) Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas nativas contra *Aedes Aegyptis* (Dítpera: Culicidae). *Revista Colombiana de Entomología* (40) 2: 198-202.

Gianfrancisco S., Pastoriza A., Riscala E. (1998 a) Efecto alelopático de un extracto clorofórmico de *Raphanus sativus* L. sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de achicoria. Publicado en la Revista de la Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Vol. 15 N°5.

Gianfrancisco S., Pastoriza A., Riscala (1999 b) Efecto de un metabolito aislado de *Dinoseris salicifolia* Griseb. Sobre radículas de achicoria. E.

Publicación electrónica. Actas XXII Congreso Argentino de Horticultura. Tucumán, 1999.

Pastoriza A., Gianfrancisco S., Riscala E. (2000 a) Alteraciones producidas por el eudesmanólido 1-βhidroxialantolactona aislado de *Dinoseris salicifolia* Griseb. en la germinación y plántulas de saetilla. Rev. de la Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Maracaibo. ISSN: 0378-7818, Vol 17:3 (261-268). Venezuela.

Pastoriza A., Gianfranciso S., Riscala E. (2000 b) Influencia de un extracto de *Raphanus sativus* L. En el proceso germinativo de otras malezas Rev. R.A.N.A. ISSN: 0080-2069. Vol. 30 (1-4):9-18. FAZ – UNT. Argentina.

Pastoriza A., Martínez Pulido L., Budeguer C.J., Nasif A., Andrada Mansilla B. (2013). Estudios genéticos en *Aloysia grattísima* (Gill. et Hook) Tronc., *Chenopodium graveolens* Willd. y *Clinopodium gilliesii (Benth.) Kuntze*. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 33 (1): 15-19.

MODELO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CON INCERTIDUMBRE Y POBLACIÓN HETEROGÉNEA

RENEWABLE NATURAL RESOURCES MODEL WITH UNCERTAINTY AND HETEROGENEOUS POPULATION

CATALÁN, M. J.[1,2]; MERLO, J. J.[1,2]
[1] Universidad de San Pablo T (USP-T)
[2] Universidad Nacional de Tucumán (UNT)
mcatalan@uspt.edu.ar

RESUMEN

La incertidumbre se encuentra presente en muchos aspectos de la gestión de recursos naturales. Este trabajo presenta un modelo de infinitos períodos con poblaciones heterogéneas del recurso para determinar la extracción óptima cuando se conoce el stock del período corriente pero se desconoce su crecimiento del período siguiente. Se introducen shocks idiosincráticos, se calcula la matriz markoviana y se determina la distribución del stock en estado estacionario.
Se encuentra que cuanto mayor es la persistencia de los shocks hay menor movilidad de transición y aumenta en forma importante la probabilidad de tener un stock cero si se recibe el shock malo. Al modificarse los parámetros de persistencia y factor de descuento la distribución del stock se modifica pero casi no se alteran las funciones de políticas de extracción y stock.

PALABRAS CLAVES: Recursos Renovables, Incertidumbre, Poblaciones heterogéneas,
Clasificación JEL: Q2, C8, D8.

ABSTRACT

Uncertainty is present in many aspects of natural resource management. This work presents a model of infinite periods with heterogeneous populations of the resource to determine the optimal extraction when the stock of the current period is known but its growth of the following period is unknown. Idiosyncratic shocks are introduced, the Markovian matrix is calculated and the distribution of the steady-state stock is determined.
It is found that the greater the persistence of the shocks, there is less transitional mobility and the probability of having a zero stock increases significantly if the bad shock is received. When modifying the parameters of persistence and discount factor, the distribution of the stock is modified but the functions of extraction and stock policies are almost not altered.

KEYS WORDS: Renewable Resources, Uncertainty, Heterogeneous populations.
JEL Classification: Q2, C8, D8

1. INTRODUCCIÓN.

La incertidumbre se encuentra presente en casi todos los aspectos de la gestión de recursos naturales. Según William J. Reed, existe incertidumbre con respecto al crecimiento biológico de animales, plantas y árboles, con respecto a la evolución de costos y precios de las materias primas, y también con respecto a las consecuencias medioambientales de una gran multitud de actividades. En el caso de recursos renovables, puede existir incertidumbre con respecto al nivel de stock existente, por ejemplo, la biomasa de un banco de pesca. Este mismo autor asegura que casi todos los proyectos de gestión de recursos naturales se enfrentan al problema del riesgo. Generalmente se modelan los problemas de riesgo e incertidumbre descontando el futuro a una mayor tasa, no obstante la incertidumbre puede aparecer en la función objetivo del problema de optimización o en la misma ecuación de movimiento.

La literatura de recursos naturales renovables es muy amplia. Mucha investigación se realizó acerca de cómo determinar el estado estacionario y la dinámica de la economía ya sea con diferentes especificaciones de modelos y bajo diferentes tipos de supuestos. Pero, se realizaron pocos modelos que incluyan la incertidumbre sobre el stock de recurso natural y la heterogeneidad en las poblaciones del recurso existente en una economía.

Este trabajo presenta un modelo de infinitos períodos con poblaciones heterogéneas del recurso natural para determinar el nivel de extracción óptimo del recurso cuando en la economía se conoce el stock del recurso del período corriente pero se desconoce si en el período siguiente el stock crecerá o se mantendrá constante. Para esto se introducen shocks idiosincráticos a la economía y se calcula su matriz markoviana asociada. Además, se determina en el estado estacionario, el stock del recurso del siguiente período para cada una de las poblaciones de la economía en base a la matriz de probabilidades estacionaria que indica la probabilidad de que en el próximo período exista un determinado nivel de stock del recurso, dado el stock que hoy se tiene para cada uno de los shocks.

Para modelar el problema se realizan simulaciones bajo diferentes valores de los parámetros asociados al modelo.

El trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se hace una breve discusión sobre los trabajos más importantes que relacionan incertidumbre con recursos naturales y también se revisan los papers más importantes acerca de agentes heterogéneos. En la sección 3 se presenta el modelo teórico y en la sección 4 se muestran los principales resultados de las simulaciones. En la sección 5 se exponen las conclusiones del presente trabajo.

2. CONTEXTO

Ardilla e Innes (1993) plantean un modelo de conservación de suelos en donde hay incertidumbre acerca de los ingresos agrícolas y acerca del valor de venta del terreno. Usan un modelo de dos períodos con una función de utilidad creciente, cóncava y aditivamente separable (entre consumo actual C_1 y riqueza al final del período W_2). Suponen que la aversión al riesgo disminuye con el nivel de riqueza. El nivel de riqueza W_2 depende de tres factores:

i) los beneficios derivados de la producción:

$$F(Y_2, \varepsilon) - e(Y_2; X_1)$$

ii) los retornos de invertir en un bono o activo libre de riesgo.

$$(W_1 - c_1)(1 + r)$$

iii) el valor de venta de la tierra.

$$L(X_2, \varepsilon, \theta)$$

Donde: ε es una variable aleatoria no negativa que capta los shocks de demanda. F() son beneficios ex post y e() son costos. X_1 y X_2 son las superficies de tierra cultivadas en ambos periodos. θ es una variable aleatoria no negativa e independiente de ε. Y_2 es el nivel de producción en el período 2. r es la tasa de interés de un activo libre de riesgo.

Las funciones de beneficios y de costos, como así también la del valor de venta de la tierra, tienen las propiedades estándar. El problema del individuo se resume en maximizar la utilidad del consumo del período 1 sujeto a la riqueza esperada al final del período.

A partir de las condiciones de primer orden, los autores concluyen que el granjero aumenta su consumo actual hasta que la utilidad marginal del consumo iguala a la utilidad marginal de la riqueza perdida (por menor inversión). El granjero aumenta su producción hasta que la utilidad marginal del consumo es igual al costo marginal (el mismo está afectado por la disminución en el valor de la tierra debido a un mayor agotamiento).

Cuando cambian algunos parámetros del modelo encuentran que:

i) Un aumento en la riqueza inicial lleva a una disminución en la aversión al riesgo del individuo. Si sólo existen riesgos en la producción elegida por el granjero, el nivel de producción óptimo del período 2 aumenta ya que se invierten más recursos en el activo riesgoso. Si sólo hay riesgo en el precio de venta, al aumentar la riqueza inicial se invierte más en tierra, pero se deja de invertir en producción, por lo que el nivel de producción del período 2 óptimo disminuye. Al existir los dos tipos de riesgos, el aumento/disminución del nivel de producción óptimo del período 2 dependerá si el riesgo de producción domina (es dominado) por el riesgo de venta.

ii) Un aumento simultáneo del riesgo de producción (ε) y del riesgo de terreno, siendo este último el dominante, llevará a un aumento en el riesgo de la riqueza final y a una mayor dominancia del riesgo de terreno. Ante esto el granjero reacciona invirtiendo menos en el activo más riesgoso, por lo que aumenta la producción y se agota en mayor cuantía la tierra cultivada, lo que contradice los resultados de la literatura previa sobre el tema.

iii) Un aumento en el stock de tierra cultivada tiene tres efectos sobre los incentivos para producir:

- Aumenta los beneficios marginales de producción debido a una disminución de los costos marginales de producción y por lo tanto aumenta el nivel de producción del período 2.

- Si se incluye como riqueza a la tierra, entonces esta aumenta, haciendo disminuir la aversión al riesgo. Como se mencionó antes, si la producción domina en riesgo al terreno, aumenta el nivel de producción y en el caso contrario disminuye.

- Si existe una relación entre la tierra cultivada en el período 1 y el precio del terreno, entonces un aumento en la tierra cultivada en el período 1 aumenta la riqueza promedio y el riesgo de la misma. Luego si la producción domina en riesgo se disminuye la producción en el período 2.

En el modelo de dos períodos es difícil determinar los efectos de largo plazo de la riqueza y el riesgo en el agotamiento de los suelos pues depende de supuestos acerca del riesgo de producción versus el riesgo de terrenos.

El modelo de tres períodos permite obtener conclusiones similares en el sentido que cambios en riqueza llevan a mayor (o menor) agotamiento del suelo si el riesgo de producción domina (es dominado por) al de terreno.

Las implicancias de estos resultados sobre el diseño de políticas de conservación de suelos es que los programas de seguros y/o de apoyo económico podrían en algunas circunstancias, mitigar el agotamiento de los suelos pero también podrían empeorarlo en otras. Así, los encargados de política deben tomar en cuenta tanto el grado de aversión de los individuos como el riesgo de producción y de venta de terreno. Una política que disminuya el riesgo de producción podría hacer que el riesgo de venta de terreno se vuelva dominante; la aversión al riesgo de los individuos ocasionaría que aumente su inversión en el activo menos riesgoso (producción) y disminuya su inversión en el activo más riesgoso (terreno) lo que llevaría a producir más con menos tierra, es decir, un mayor agotamiento del suelo.

Así como el modelo de recursos naturales renovables con certidumbre está motivado en el trabajo de Dorfman (1969), en este trabajo se sigue el modelo de agentes heterogéneos expuesto por Huggett (1993). El trabajo está aplicado a una economía con individuos heterogéneos que enfrentan shocks idiosincráticos en sus ingresos estocásticos y poseen un activo que les permiten suavizar su consumo. En el presente trabajo se aplica este modelo adaptándolo al tema de los recursos naturales.

3. MODELO TEÓRICO.

Sea una economía con un continuo de bosques[2], de masa total igual a uno. El stock del recurso natural renovable es estocástico. En cada período, cada bosque tiene un stock de recurso renovable para ser extraído, pero el stock del recurso para el próximo período es incierto. Sea k_t el nivel de stock en el período t, el cual se conoce y no está sujeto a incertidumbre. Pero en el próximo período, cada bosque recibe un shock que hace que el stock pueda aumentar, disminuir o mantenerse en el mismo nivel. Esto implica que la incertidumbre está en el crecimiento del stock del recurso. Por ejemplo, si se piensa en un bosque, no se sabe con certeza si el próximo período será de lluvias, lo que provocará un crecimiento del bosque por encima de su crecimiento natural. O por el contrario, si es de sequía lo que llevará a que el bosque crezca sólo a su tasa natural o

[2] Aquí se habla de bosques por simplicidad, pero el modelo puede ser aplicado a cualquier recurso natural renovable.

incluso que se destruya parte del stock existente. Si se piensa en pesca, no se sabe si el próximo período habrá o no un crecimiento de la población de peces o alguna enfermedad que haga decrecer el stock de la población.

La incertidumbre se modela suponiendo que el crecimiento del stock, simbolizado por e, sigue un proceso AR(1):

$$e_t = a + \rho\, e_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

Suponemos que solo hay dos estados de la naturaleza posibles:

e_H: abundantes lluvias que hacen crecer al bosque más de lo habitual (crecimiento positivo).

e_L: período de sequía donde el bosque no crece o incluso decrece (crecimiento nulo o negativo).

Es decir, el set de posibles valores del aumento del stock en el próximo período producto del shock es E={e_H, e_L},

El parámetro ρ determina el grado de persistencia de los shocks y ε es una variable aleatoria iid que distribuye N(0, σ_ε^2). Cuanto mayor es el valor de ρ, el proceso tiene más persistencia o más memoria. Un ρ=0 indica que el shock anterior no influye en el shock de hoy y por lo tanto está determinado en forma totalmente aleatoria. En cambio, si ρ=1, el shock de hoy está prácticamente determinado por el shock del período anterior, más un término aleatorio que tiene media cero.

A partir del proceso estocástico del crecimiento del stock del recurso, se puede calcular la probabilidad estacionaria de transición:

$$\pi(e',e) = \Pr ob\left(e_{t+1} = e' / e_t = e\right) > 0$$
$$\forall e, e' \in E, \quad e = e_h \; o \; e_l \qquad (2)$$

que indica cuál es la probabilidad que en el próximo período se dé un aumento del stock de recurso e' dado que en este período se dio el aumento de e. Observe que está matriz será de 2x2 debido a que el modelo se plantea suponiendo sólo dos shock, Además, está matriz de probabilidades es de primer orden porque el valor de un período es condicional solo al valor del período anterior y no sobre los demás valores pasados.

Las preferencias están descriptas por la siguiente función de utilidad:

$$E(U_t) = E\left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(x_t)\right] \qquad (3)$$

donde:

$$u(x_t) = \frac{x_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} \qquad \sigma > 1$$

$\beta =$ *factor de descuento*

$\sigma =$ *coeficiente de aversión al riesgo por extracción*

$x =$ *nivel de extracción*

En este modelo se supone que ni el cambio tecnológico, ni el stock del recurso natural afectan la función de utilidad. Además, la función de utilidad instantánea CES (Elasticidad de Sustitución Constante) tiene las propiedades estándar u'(x)>0 y u''(x)<0.

Las restricciones del problema son:

$$x + k'q \le k + e \qquad (4)$$
$$x \ge 0$$
$$k' \ge 0$$

Donde: q es el precio del stock del recurso y se define como q=1/(1+r) siendo r la tasa de interés de un activo alternativo libre de riesgo. La ecuación (4) nos dice que la extracción de este período (x) más la cantidad de stock que se deja para el próximo período expresada en valor presente (k´q) debe ser menor o igual que la cantidad de stock del periodo actual más el stock proveniente del shock.

La posición de la economía en un momento determinado del tiempo se describe por un vector de estado y€Y: y=(k,e), que indica el stock del recurso y el aumento del stock producto del shock. Entonces, las variables de estado son k y e y la variable de control es x.

La ecuación de Bellman que describe el problema es:

$$v(y;q) = \max_{(x,k')\in\Gamma} \left\{ u(x) + \beta \sum_{e'} v\left(k',e';q\right) \pi\left(e'/e\right) \right\}$$

donde: (5)

$$\Gamma\left(y;q\right) = \left\{\left(x,k'\right) : x + k' \le k + e \quad x \ge 0 \quad k' \ge 0\right\}$$

Si existe una solución medible y acotada a la ecuación (5), entonces, v(y´, q) es la función de valor óptima y las reglas de política óptima son: x(y;q) y k(y;q).

Una forma de describir la economía es definir una distribución de probabilidades estacionaria que indica las diferentes probabilidades de tener en el próximo período distintos niveles de extracción y stock del

recurso dado que hoy se partió con determinados niveles.

El equilibrio estacionario se define por [(x(y), k(y), q] tal que se satisfaga:

- x(y) y k(y) son reglas de decisión óptimas, dado q.
- los mercados se vacían.

En la siguiente sección se simula esta economía con diferentes valores de los parámetros para encontrar las reglas de decisión óptima que entregarán los niveles de extracción del recurso en el estado estacionario, los niveles de stock del recurso y las probabilidades de transición para cada bosque o agente económico.

4. SIMULACIONES Y RESULTADOS.

a) Matrices de probabilidades de transición[3].

Se simula la economía para diferentes valores de e_H, e_L, $\pi(e_H/e_H)$, $\pi(e_L/e_L)$ y β. Se analizan los resultados ante cambios en los distintos parámetros.

Para simular la economía, primero debe hallarse la matriz Markoviana de transición $\pi(e, e')$. Aplicando en Matlab la sintaxis Tauchen.m se encuentran las siguientes matrices de probabilidades de transición[4] según el nivel de persistencia de los shocks (ρ).

Tabla 1: Matriz Markoviana de Transición

Parámetros		Probabilidades markovianas			
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,1	Hoy	h	0,6185	0,3815
			l	0,3815	0,6185
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,2	Hoy	h	0,7299	0,2701
			l	0,2701	0,7299
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,3	Hoy	h	0,8273	0,1727
			l	0,1727	0,8273
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,4	Hoy	h	0,9048	0,0952
			l	0,0952	0,9048
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,5	Hoy	h	0,9584	0,0416
			l	0,0416	0,9584
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,6	Hoy	h	0,9878	0,0122
			l	0,0122	0,9878
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,7	Hoy	h	0,9984	0,0016
			l	0,0016	0,9984
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,8	Hoy	h	1,0000	0,0000
			l	0,0000	1,0000
a	0		Mañana		
σ_ε	1,5		pi	h	l
ρ	0,9	Hoy	h	1,0000	0,0000
			l	0,0000	1,0000

Fuente: Sintaxis Tauchen de Matlab.

Las probabilidades de transición en general varían marginalmente al cambiar la dispersión de los shocks (σ_ε) y el valor de la constante (a). Pero varían de manera importante cuando se altera la persistencia de los shocks (ρ)

[3] También se conocen como Matrices Markovianas de Transición.

[4] Este programa lo que hace es discretizar el proceso estocástico continuo del crecimiento del stock del recurso y entrega las matrices de 2x2 para diferentes valores del parámetro. Sintaxis disponible en caso de ser solicitada.

Supongamos que a=0, σ_ε=1.5[5] y ρ=0,1, lo que implica que el proceso de crecimiento del stock del recurso tiene muy poca persistencia. Bajo esta situación, hay una probabilidad de 61.85% de que en el período t+1 (mañana) un bosque tenga un shock alto dado que en el período t (hoy) tuvo un shock alto o que tenga un shock bajo dado que en el período corriente tuvo un shock bajo. Con una probabilidad de 38.15% se daría en t+1 un shock alto dado que en el período t el bosque tuvo un shock bajo (y que tenga un shock bajo dado que en el período t tuvo un shock alto).

Si, el proceso tuviera mucha persistencia y ρ=0.9, hay una probabilidad del 100% de que en t+1 un bosque tenga un shock alto dado que en t tuvo un shock alto (o que tenga un shock bajo dado que en el período corriente tuvo un shock bajo). Con una probabilidad de 0% ocurre el evento de que en el período t+1 el bosque tenga un shock alto dado que en el período t tuvo un shock bajo y que tenga un shock bajo dado que en el período t tuvo un shock alto. Esto significa que no hay movilidad entre estados de la naturaleza, si un bosque se encuentra en el estado de shock alto, es seguro que en el siguiente período seguirá recibiendo este tipo de shock. En términos de nuestro problema, implica que los bosques ubicados en zonas de lluvias recibirán abundantes lluvias en el período siguiente y los bosques ubicados en zonas secas tendrán sequía en el periodo siguiente, cuando el proceso es muy persistente. La conclusión dramática es que resulta imposible que el stock del recurso pueda renovarse ya que hay 0% de probabilidad que a estos bosques les toque un shock alto.

Cuando el proceso no tiene tanta memoria, con valores que oscilan desde ρ=0.1 hasta ρ=0.5, hay alguna probabilidad adecuada de que el stock del recurso se incremente si el bosque está ubicado en alguna zona seca. Por lo tanto, a mayor valor del parámetro ρ mayor es la persistencia de los shocks y menor movilidad de transición entre los estados.

b) Supuestos necesarios.

Con las probabilidades markovianas calculadas, se continúa la simulación con la sintaxis RN.m[6]. Para correr el programa de simulación necesitamos como insumos adicionales, los valores de los shocks, la aversión al riesgo de extracción y el factor de descuento. La citada sintaxis nos entrega los niveles de stock del recurso inicial, los niveles de extracción en estado estacionario para cada uno de los shocks, el precio unitario de equilibrio del stock del recurso y las probabilidades estacionarias.

Para la simulación necesitamos hacer los siguientes supuestos, muchos de los cuales son comunes en la literatura:

- e_H=100. El shock de lluvia aumenta el stock del bosque en 100 unidades,
- e_L=0. El shock de sequía lo hace aumentar en 0[7].
- β=0.90, factor de descuento.
- σ=1.5, coeficiente de aversión al riesgo.
- La economía está formada por 10 bosques ordenados de menor a mayor según su stock.
- De la tabla 1 las probabilidades markovianas correspondientes a un valor de ρ=0.5.

c) Niveles de stock del recurso y niveles de extracción o explotación.

Bajo los supuestos anteriores, el nivel de stock de cada bosque se define en la Tabla 2. La grilla del stock del recurso se define entre 0 y 300, por lo que los bosques denominados 1 y 10 tienen un stock de 0 y 300 respectivamente[8].

Tabla 2: Niveles del stock de recurso por bosque.

	Bosque									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
grilla de stock	0	33	67	100	133	167	200	233	267	300

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

El bosque 2 tiene un stock de 33, el bosque 6 de 167, y así para todos los bosques.

En las Tablas 3 y 4 se muestran los niveles de extracción del recurso para cada tipo de shock. La tabla 3 se construye para un shock bueno, mientras que la tabla 4 hace lo propio para un shock malo.

En la Tabla 3 se aprecia que si un bosque tiene hoy un stock de 0 y mañana recibe un shock bueno (período de abundantes lluvias), el nivel posible de extracción mañana será de 100, si se considera que no se deja nada del stock de hoy para mañana. Pero tendrá un nivel posible de extracción de 133 si se considera que hoy se deja un stock de 33 para mañana. Por ejemplo, considere que hoy un bosque tiene el máximo stock posible de la economía de 300 unidades y que recibe abundantes lluvias, entonces, para

[5] Este valor del coeficiente de aversión al riesgo es el que usualmente se calibra.

[6] Sintaxis disponible en caso de ser solicitada.

[7] En el próximo período sólo podrá extraerse en función de la cantidad de stock que se deje en este período.

[8] Por ejemplo, podrían ser 300 toneladas de madera por día.

que mañana siga teniendo el stock de 300, debe solamente hoy extraer 40 unidades.

Tabla 3: Niveles de extracción del recurso por bosque bajo shock bueno.

		Hoy									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mañana	1	100	60	20	-20	-60	-100	-140	-180	-220	-260
	2	133	93	53	13	-27	-67	-107	-147	-187	-227
	3	167	127	87	47	7	-33	-73	-113	-153	-193
	4	200	160	120	80	40	0	-40	-80	-120	-160
	5	233	193	153	113	73	33	-7	-47	-87	-127
	6	267	227	187	147	107	67	27	-13	-53	-93
	7	300	260	220	180	140	100	60	20	-20	-60
	8	333	293	253	213	173	133	93	53	13	-27
	9	367	327	287	247	207	167	127	87	47	7
	10	400	360	320	280	240	200	160	120	80	40

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Tabla 4: Niveles de extracción del recurso por bosque bajo shock malo.

		Hoy									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mañana	1	0	-40	-80	-120	-160	-200	-240	-280	-320	-360
	2	33	-7	-47	-87	-127	-167	-207	-247	-287	-327
	3	67	27	-13	-53	-93	-133	-173	-213	-253	-293
	4	100	60	20	-20	-60	-100	-140	-180	-220	-260
	5	133	93	53	13	-27	-67	-107	-147	-187	-227
	6	167	127	87	47	7	-33	-73	-113	-153	-193
	7	200	160	120	80	40	0	-40	-80	-120	-160
	8	233	193	153	113	73	33	-7	-47	-87	-127
	9	267	227	187	147	107	67	27	-13	-53	-93
	10	300	260	220	180	140	100	60	20	-20	-60

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Pero en la Tabla 4, si hoy un bosque tiene un stock de 0 unidades y recibe el shock malo no puede extraer nada, por lo que mañana seguirá teniendo un stock de 0. Pero si hoy tiene un stock de 300 unidades y si recibió el shock malo, es imposible que extrayendo algo se mantenga en el período siguiente con el mismo stock de 300. Pero si un bosque como el 8 hoy tiene un stock de 233 unidades y recibe el shock malo, para mañana tener un stock de 300 unidades hay sólo debe extraer 20 unidades.

d) Funciones de políticas por tipo de shock.

Las Tablas 5 y 6 muestran las funciones de políticas. A estas se las grafica en la Figura 1.

Tabla 5: Niveles de stock del recurso por bosque en t+1 bajo shock bueno.

Shock bueno	stock mañana	Bosque									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		67	100	133	133	167	200	233	267	300	300

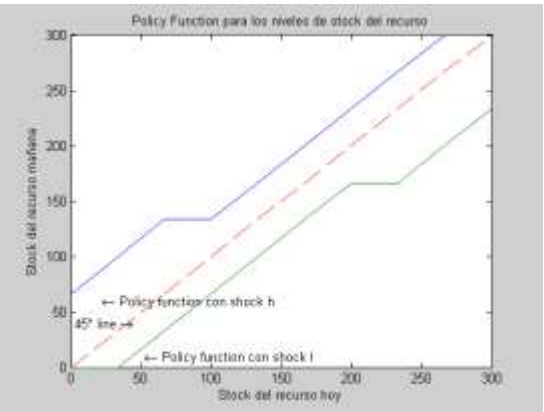
Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Tabla 6: Niveles de stock del recurso por bosque en t+1 bajo shock malo.

Shock malo	stock mañana	Bosque									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		0	0	33	67	100	133	167	167	200	233

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Figura 1: Funciones de política para el stock del recurso bajo ambos tipos de shock.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

En la figura 1 se muestra la función de política bajo el shock malo con la línea verde, mientras que la función de política bajo el shock bueno se muestra en la línea azul. Si hay bosques que hoy tienen stock del recurso de 0 o 33 unidades y reciben el shock malo, en el período siguiente tendrán 0 unidades de stock; pero si estos mismos bosques reciben el shock bueno, tendrán 67 y 100 unidades de stock en el siguiente período. Si hay bosques que hoy tienen stock del recurso de 267 o 300 unidades y reciben el shock bueno en el período siguiente tendrán 300 unidades de stock; pero si estos mismos bosques reciben el shock malo, tendrán 200 y 233 unidades de stock en el siguiente período.

En la Figura 1 se observa claramente que la función de política para los niveles de stock del recurso con shock bueno siempre está por encima del caso de shock malo, es decir, para un mismo stock de recurso de hoy, siempre tiene más stock el período siguiente los bosques que reciben abundantes lluvias.

e) Distribución de probabilidad en estado estacionario.

La tabla 7 presenta la distribución de probabilidad invariante de estado estacionario por tipo de shock y la distribución total (que surge de la suma de las dos anteriores.

Tabla 7: Distribución estacionaria por tipo de shock y distribución total.

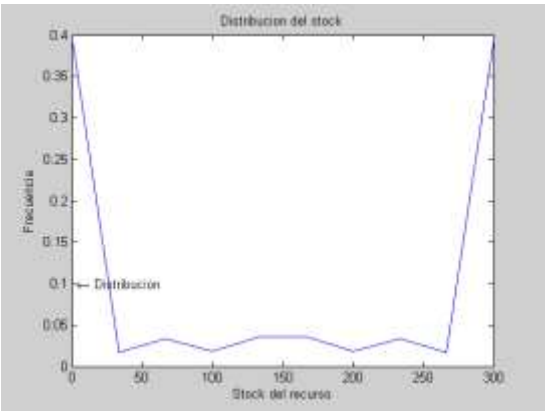
Nivel de stock	Shock bueno	Shock malo	Distribución total
1	0,0164	0,3785	0,3949
2	0,0007	0,0164	0,0171
3	0,0165	0,0171	0,0336
4	0,0014	0,0172	0,0186
5	0,0179	0,0179	0,0358
6	0,0179	0,0179	0,0358
7	0,0172	0,0014	0,0186
8	0,0171	0,0165	0,0336
9	0,0164	0,0007	0,0171
10	0,3785	0,0164	0,3949

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Hay una probabilidad de 1.64% de que un bosque en estado estacionario tenga un nivel de stock de 0 si recibe el shock bueno y una probabilidad de 37.85% que un bosque tenga 0 stock en el estado estacionario si recibe el shock malo. Pero la probabilidad total que un bosque tenga un stock de 0 en estado estacionario es de 39.49%.

Similarmente, hay una probabilidad de 1.71% de que un bosque en estado estacionario tenga un nivel de stock de 233 si recibe el shock bueno y una probabilidad de 1.65% que un bosque tenga 233 de stock en el estado estacionario si recibe el shock malo, mientras que la probabilidad total en estado estacionario es de 3.36%. Una forma alternativa de explicar esta distribución es analizar no es términos de probabilidad sino en términos de cantidad de bosques. Es decir, en estado estacionario habrá un 39.49% de la población total de bosques que tendrán un stock de 0 y un 3.36% de la población que tendrá un stock de 233.

Figura 2: Distribución del stock en estado estacionario.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

La distribución del stock se presenta en la Figura 2, que muestra que en estado estacionario y como consecuencia de la distribución del stock, habrá muchos bosques con muy poco y muy alto stock y pocos bosques con niveles intermedios de stock del recurso.

f) Impacto en los resultados ante variaciones en la persistencia de los shocks.

Ahora se analiza cómo se alteran los resultados cuando las probabilidades markovianas corresponden a un valor de ρ=0.1.

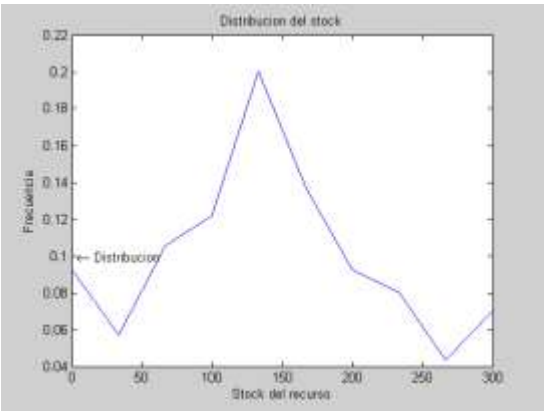
- Los valores del stock inicial, y las reglas de decisión óptimas para los niveles de extracción del recurso por tipo de shocks no se ven afectados por el cambio. Es decir, lo expuesto en las tablas 3 a 5 se mantiene inalterado.
- La distribución estacionaria de probabilidades de tener diferentes valores de stock del recurso se ve alterada. Esto se muestran es la Tablas 8 y en la Figura 3.

Tabla 8: Distribución estacionaria por tipo de shock y distribución total con ρ=0.1.

Nivel de stock	Shock bueno	Shock malo	Distribución total
1	0,0352	0,0570	0,0922
2	0,0217	0,0352	0,0569
3	0,0486	0,0569	0,1055
4	0,0517	0,0703	0,1220
5	0,1003	0,1003	0,2005
6	0,0761	0,0611	0,1371
7	0,0533	0,0392	0,0926
8	0,0432	0,0369	0,0801
9	0,0267	0,0165	0,0432
10	0,0433	0,0267	0,0701

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Figura 3: Distribución del stock en estado estacionario con ρ=0.1.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

En este caso, hay una probabilidad de 3.52% de que un bosque en estado estacionario tenga un nivel de stock de 0 si recibe el shock bueno y una probabilidad de 5.70% que un bosque tenga 0 stock en estado estacionario si recibe el shock malo. La probabilidad total que un bosque tenga un stock de 0 en estado estacionario es de 9.22%.

Comparando con los resultados anteriores, se puede concluir que al tener menos persistencia en los shocks disminuye en forma importante la probabilidad de tener un stock 0 si se recibe el shock malo, aunque aumenta en forma no muy significativa, la probabilidad de tener 0 stock al recibir un shock bueno. También se observa que hay una probabilidad de 4.32% de que un bosque en estado estacionario tenga un nivel de stock de 233 si recibe el shock bueno y una probabilidad de 3.69% si recibe el shock malo. La probabilidad total que un bosque tenga un stock de 233 en estado estacionario es de 8.01%.

La Figura 3 revela claras diferencias respecto a la Figura 2. La distribución del stock del recurso ahora se parece a una distribución normal, donde hay pocos bosques con niveles de stock muy altos o muy bajos y hay muchos bosques con niveles de stock intermedios.

g) Impacto en los resultados ante variaciones en el factor de descuento.

Ahora suponga que se altera el valor del factor de descuento y en vez de ser β=0.90 es β=0.60. Los principales hallazgos son los siguientes:

- Las funciones de política para los niveles de extracción no se alteran ni tampoco la función de política para el stock cuando se recibe un shock malo.
- Se modifica la función de política para el stock cuando se tiene un shock bueno. Esto se muestra en la Tabla 9 y en la figura 4.
  En este caso, existen bosques que hoy tienen stock del recurso de 233, 267 o 300 unidades y al recibir el shock bueno, en el período siguiente no tendrán 300 unidades de stock como en el caso de b=0.9, sino que tendrán 233, 233, y 300 respectivamente. Entonces, se puede decir que en general al aumentar el factor de descuento no está claro si disminuye el stock. Lo que ocurra dependerá del tipo de bosque que se esté mirando.

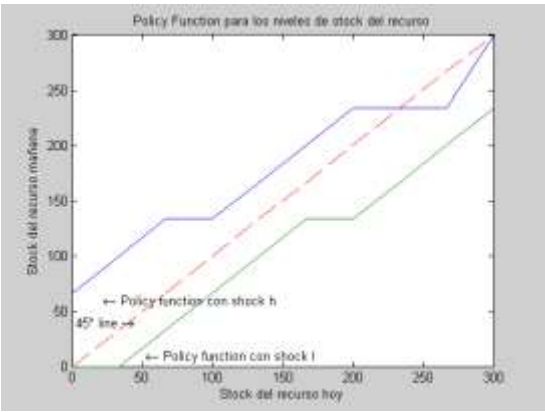
Tabla 9: Niveles de stock del recurso por bosque en t+1 bajo shock bueno.

Shock bueno	stock mañana	Bosque									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		67	100	133	133	167	200	233	233	233	300

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

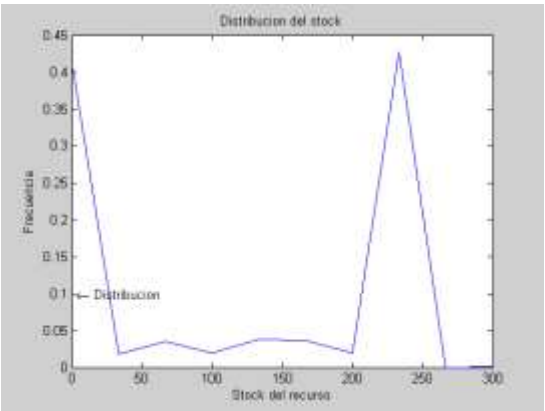
- La distribución del stock se modifica y se presenta en la Figura 5. Cuando se comparan las Figura 5 y la Figura 2 se observa que hay un leve cambio en los bosques con mayor stock, lo que es consecuencia del cambio en la función de política observado en la Figura 4.

Figura 4: Funciones de política para el stock del recurso, bajo ambos tipos de shock.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Figura 5: Distribución del stock en estado estacionario con β=0.6.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

h) Impacto en los resultados ante variaciones en el valor del shock bueno.

Cuando se modifica el valor del shock bueno y se lo supone igual a 200 (en lugar de 100 como anteriormente) se encuentran los siguientes hechos:

- Los niveles de extracción y de stocks del recurso del periodo siguiente se mantienen inalterados en los bosques que reciben el shock malo.
- Se modifican los niveles de extracción y de stocks del recurso del período siguiente en los bosques que reciben el shock bueno. Esto se muestra en las tablas 9 y 10 y en la figura 6.

Tabla 9: Niveles de extracción del recurso por bosque bajo shock bueno de 200.

		Hoy									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mañana	1	200	160	120	80	40	0	-40	-80	-120	-160
	2	233	193	153	113	73	33	-7	-47	-87	-127
	3	267	227	187	147	107	67	27	-13	-53	-93
	4	300	260	220	180	140	100	60	20	-20	-60
	5	333	293	253	213	173	133	93	53	13	-27
	6	367	327	287	247	207	167	127	87	47	7
	7	400	360	320	280	240	200	160	120	80	40
	8	433	393	353	313	273	233	193	153	113	73
	9	467	427	387	347	307	267	227	187	147	107
	10	500	460	420	380	340	300	260	220	180	140

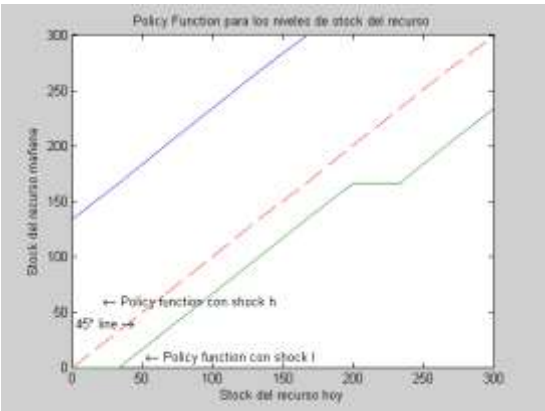
Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Tabla 10: Niveles de stock del recurso por bosque en t+1 bajo shock bueno de 200.

Shock bueno	stock mañana	Bosque									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		133	167	200	233	267	300	300	300	300	300

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Figura 6: Funciones de política para el stock del recurso, bajo ambos tipos de shock.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

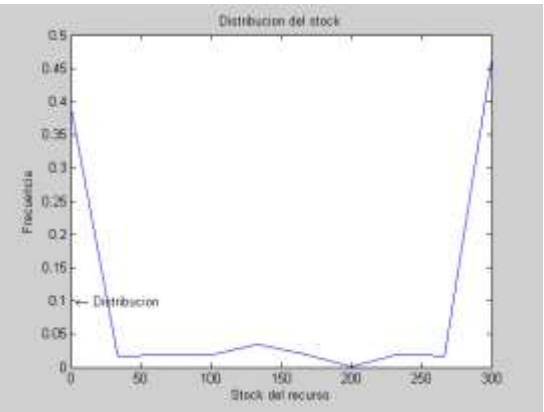
- Se modifica la distribución estacionaria. Esto se muestra en la tabla 11 y en la figura 7. Al duplicarse el tamaño del shock bueno, aumentan las cantidades de bosques con niveles de stock de 0 a 267 unidades, pero disminuye la cantidad de bosques con 300 unidades. Similares resultados se obtienen al modificar el tamaño del shock malo.

Tabla 11: Distribución estacionaria por tipo de shock y distribución total con shock bueno de 200.

Nivel de stock	Shock bueno	Shock malo	Distribución total
1	0,0162	0,3731	0,3893
2	0,0007	0,0162	0,0169
3	0,0007	0,0169	0,0176
4	0,0008	0,0176	0,0184
5	0,0163	0,0184	0,0347
6	0,0015	0,0185	0,0200
7	0,0007	0,0007	0,0014
8	0,0015	0,0186	0,0201
9	0,0156	0,0007	0,0163
10	0,4460	0,0194	0,4653

Fuente: Sintaxis RN de Matlab

Figura 7: Distribución del stock en estado estacionario con shock bueno de 200.



Fuente: Sintaxis RN de Matlab

5. CONCLUSIONES.

En este trabajo se aplicó el modelo de agentes heterogéneos de Huggett (1993) para modelar la extracción óptima de un recurso natural renovable y para determinar la distribución del stock del recurso en la economía. En el modelo se consideró una economía con bosques heterogéneos en el sentido que difieren en el stock del recurso y además enfrentan shocks idiosincráticos en el crecimiento del stock estocástico AR(1).

Se supuso que existían dos tipos de shock, uno bueno o que un bosque enfrentaba un período de abundantes lluvias y el otro malo o período de sequía. Se calculó la matriz markoviana asociada a estos shocks y se determinó en estado estacionario, el stock del recurso del siguiente período para cada una de las poblaciones de la economía.

Se encontró que las probabilidades de transición casi no se vieron modificadas al cambiar la dispersión de los shocks y el valor de la constante del proceso estocástico del crecimiento del stock, sólo cambian al cambiar la persistencia de los shocks. Cuanto mayor es la persistencia de los shocks, menor es la

movilidad de transición entre los estados. Además, se encontró que el tener menos persistencia en los shocks disminuye en forma importante la probabilidad de tener un stock cero si se recibe el shock malo, aunque aumenta en forma no muy significativa, la probabilidad de tener cero stock al recibir un shock bueno.

También se demostró que al modificarse los parámetros de persistencia de shocks y el factor de descuento la distribución del stock del recurso se modifica pero casi no se alteran las funciones de políticas de extracción y stock. Cuando se alteran los tamaños de los shocks si se alteran las funciones de política pero solo condicionales al shock.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Aiyagari, A. (1995): "Optimal Capital Income Taxation with Incomplete Markets, Borrowing Constraints, and Constant Discounting," Journal of Political Economy, 103, 1158-1175.
- Aiyagari, R. (1994): "Uninsured Risk and Aggregate Saving," Quarterly Journal of Economics, 109, 659-684.
- Ardilla, S. and Innes, R. (1993), "Risk, Risk Aversion, and On-Farm Soil Depletion", Journal of Environmental Economics and Management, 25: 27-45.
- Azqueta, D. y Ferreiro, A. (1994), "Análisis económico y gestión de recursos naturales", Alianza Editorial.
- Bewley, T. (1986), "Stationary Equilibrium with a continuum of independently fluctuating consumers", in Werner Hildenbrand and Andreu Mas Colell (eds.), Contributions to Mathematical Economics in Honor of Gerard Debreu. Amsterdam: North Holland, pag. 79-102.
- Dorfman, R. (1969), "An Economic Interpretation of Optimal Control Theory", American Economic Review, 59: 817-832.
- Huggett, M. (1993), "The risk-free rate in heterogeneous-agent incomplete-insurance economies", Journal of Economics Dynamics and Control, 17: 953-969.
- Ljunqvist, L. y Sargent, Th. (2001), "Recursive Macroeconomic Theory", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Perman, R. Y. Ma, J. McGilvray y M. Common (1999), "Natural Resource and Environmental Economics", Pearson Education Limited.
- Rios-Rull, V. (1999): "Computation of Equilibria in Heterogeneous-Agent Models," in: R. Marimonand A. Scott (eds.) Computational Methods for the Study of Dynamic Economies, Oxford University Press, 238-265.
- Sargent, Th. (1987), "Dynamic Macroeconomic Theory", Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Stokey, N. y Lucas, R. Jr. Con E.C. Prescott (1989), "Recursive Methods in Economic Dynamics", Harvard University Press, Massachusetts.

YOGUR, ALIMENTO DE BASE LÁCTEA ANCESTRAL DE GRAN VIGENCIA ACTUAL. PRINCIPALES ASPECTOS NUTRICIONALES, FUNCIONALES Y TECNOLÓGICOS

YOGURT, ANCESTRAL MILK BASE FOOD OF CURRENT GREAT VALIDITY. MAIN NUTRITIONAL, FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS

Bustos A. Y. [1,2*]; Torres Quinteros L. [1]; Gerez C. L. [1]; Iturriaga L. B. [1]

[1]*Centro de Investigación en Biofísica Aplicada y Alimentos, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*

[2]*Centro de Referencia para Lactobacilos, Chacabuco 145, San Miguel de Tucumán, Argentina*

* abustos@uspt.edu.ar

RESUMEN

El yogur es el alimento lácteo fermentado de mayor consumo a nivel internacional debido a sus propiedades organolépticas distintivas, su valor nutricional y elevada digestibilidad. Asimismo, numerosas investigaciones atribuyen a este producto efectos beneficios para la salud debidos principalmente a la presencia de bacterias lácticas (BAL) y a su alto contenido de calcio. El proceso de producción de yogur es sencillo, ya que consiste en una fermentación de leche pasteurizada por dos tipos de microorganismos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) que actúan en forma simbiótica generando cambios fisicoquímicas y organolépticas. A pesar de ser considerado un proceso tecnológico simple, el desarrollo de etapas estandarizadas con control de puntos críticos es necesario para contribuir al desarrollo de atributos deseables y distintivos de este producto. En este trabajo se revisarán aspectos relevantes relacionados con las etapas de producción, formulación, efectos benéficos del yogur y nuevas tendencias en el mercado.

PALABRAS CLAVE: Yogur, Valor nutricional, Efectos benéficos, Hidrocoloides

ABSTRACT

Yogurt is the fermented dairy food with the highest internationally consumption due to its distinctive organoleptic properties, its nutritional value and high digestibility. Also, numerous researches attribute health benefits to the yogurt consumption, mainly due to the presence of lactic bacteria and to its high content of calcium. The process of yogurt production is simple, since it consists of a fermentation of pasteurized milk by two types of microorganisms (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueck*i subsp. *bulgaricus*) that act in symbiotic form generating physicochemical and organoleptic changes. Despite being considered a simple technological process, the development of standardized stages with control of critical points is necessary to contribute to the development of desirable and distinctive attributes of this product.

In this work we will review relevant topics related to the beneficial effects of yogurt, the conventional processing of milk for its manufacture, as well as the main stabilizers used and their effect on the texture and final taste.

KEY WORDS: Yogurt, Nutritional value, Beneficial effects, Hydrocolloids

INTRODUCCIÓN

El yogur es el alimento lácteo fermentado de mayor consumo a nivel mundial y es considerado un alimento básico desde la antigüedad. Francia es el principal consumidor de yogur, con un promedio de 45 litros por año per cápita. En Argentina, las perspectivas de consumo son positivas. Según datos de la consultora Kantar Worldpanel, el consumo de yogur per cápita por año, es de seis litros. Se estima que este consumo aumentará 50% en cinco años, estimulado por una oferta más amplia de productos (yogur entero, descremado, con frutas, enriquecido en calcio, bebible, etc.) y la asociación de yogures con una alimentación y vida saludable.

El yogur se define como el producto que se fabrica a partir de leche, con o sin la adición de algún derivado natural (leche desnatada en polvo, concentrados de suero de leche, caseinatos o crema) con una estructura de gel que resulta de la coagulación de las proteínas de la leche. Esta coagulación es causada por el ácido láctico producido por especies definidas de cultivos de BAL. Además, estas bacterias deben permanecer "viables y abundantes" en el tiempo de consumo (White *et al.*, 2008). La definición anterior forma parte de la legislación alimentaria de muchos países, incluida la Argentina, lo que garantiza que se conserven las características esenciales del yogur y que su "concepto" tradicional no se vea comprometido.

El yogur es originario de países de Medio Oriente, donde la leche era transportada en sacos de cuero que generaban un ambiente propicio para el desarrollo de las BAL autóctonas (Tamime and Robinson, 1999). Así, la fabricación de yogur se basó inicialmente en conocimientos y procesos empíricos que derivaban de la necesidad de prolongar la vida útil de la leche por fermentación. Hacia finales del siglo XX cuando el yogur se convirtió en un bien comercialmente rentable su fabricación se industrializó y se estandarizaron los procesos de producción. Durante los últimos 20 años, el interés por la fabricación del yogur se ha incrementado por razones comerciales (mayor consumo) y científicas (asociación alimentación /salud). En efecto, numerosos estudios han reportado propiedades benéficas de nuevos productos lácteos (cultivos probióticos, yogures fortificados con compuestos bioactivos con diversas funcionalidades). Por otra parte la incorporación de nuevos estabilizantes ha contribuido a desarrollar productos con características sensoriales mejoradas. En este trabajo se revisarán aspectos relevantes relacionados con la fabricación de yogur, así como los principales estabilizantes utilizados y su efecto en la textura y el sabor final. Además se detallan los beneficios del yogur reportados en bibliografía.

Manufactura de yogur

Según el Código Alimentario Argentino en el artículo 576, dice **1**) "Se entiende por **leches fermentadas** los productos, adicionados o no de otra sustancias alimenticias, obtenidos por coagulación y disminución del pH de leche o leche reconstituida, adicionada o no de otros productos lácteos, por fermentación láctica mediante la acción de cultivos de microorganismo específicos. Estos microorganismos específicos deben ser viables, activos abundantes en el producto final durante su período de validez". Existe una gran variedad de leches fermentadas, una de ellas es el yogur. En el inciso **1.1)** del mencionado artículo define yogur como el producto 1) cuya fermentación se realiza con cultivos protosimbióticos de *Lactobacillus* (*L.*) *delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus* (*S.*) *salivarius* subsp. *thermophilus* a los que en forma complementaria pueden acompañar otras bacterias acidolácticas que, por su actividad, contribuyen a la determinación de las características del producto terminado". La producción de este producto lácteo consiste en diferentes etapas que impactan en el "*performance"* general del yogur. La descripción de las principales operaciones involucradas en la elaboración de yogur se detalla en la **Tabla 1.**

El yogur se produce principalmente a partir de leche bovina, aunque según la región geográfica puede utilizarse leche de otros mamíferos para su producción. La leche de especies distintas influye significativamente en las características sensoriales y fisicoquímicas del producto final, debido a las diferencias en su composición. Por ejemplo, el yogur derivado de la leche con alto contenido de grasa (por ejemplo, oveja, cabra y búfala) tiene una textura más cremosa en comparación con el derivado de la leche con menor contenido de grasa (por ejemplo, bovino, yegua y burra) (Tamime and Robinson, 1999). Es importante destacar que en nuestro país la producción de leche nacional destina sólo el 4,8% a producción de yogur (Figura 1).

Los componentes mayoritarios de la leche son grasa y contenido de sólido no grasos (SNG), los cuales deben ser deben ser estandarizados. El contenido de grasa en leche bovina varía de 3.2% a 4.2% p/p y se ajusta en un rango de <0.5% para leche descremada, 1.5% –2% para leche semigrasa y 3.5% para leche entera. En lo que respecta al yogur, el contenido de grasa varía de 0,1% a 10% según las demandas de los consumidores. En la práctica, para lograr el nivel graso deseado se realiza la adición de leche descremada o grasa de leche o por el contrario, la separación de la grasa de la leche a través de centrifugación (Chandan and Nauth, 2016). El proceso de estandarización es de suma importancia, porque el contenido graso de la leche influye en las características finales del yogur. A éste le siguen las etapas de homogenización y tratamiento térmico de la leche, fermentación y enfriamiento del yogur como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales operaciones involucradas en la manufactura del yogur y su impacto en las propiedades del producto

Operación	Descripción	Efecto en el yogur
Estandarización de materia prima	***Contenido graso de la leche*** Se ajusta (0,1 -10%) mediante la adición de leche descremada o grasa de leche o la separación de la grasa de la leche mediante centrifugado. ---------- ***Contenido SNG*** Consiste principalmente en lactosa, proteínas y minerales. Varía de 11% a 14% del peso total de la leche. Pueden incluirse mezclas de leche con leche en polvo, concentrados de proteína de suero o polvo de caseína, para lograr el contenido deseado de SNG.	El contenido de grasa de la leche se correlaciona directamente con la consistencia y viscosidad del yogur. Además, afecta la tasa máxima de disminución del pH durante la fermentación del yogur (Shaker *et al.*, 2000). ---------- A mayor nivel de SNG, mayor nivel de viscosidad y firmeza del yogur resultante (Walstra et al., 2005).
Homogenización	Se realiza mediante la aplicación de condiciones severas de presión (comúnmente 10 a 20 MPa), lográndose una reducción del diámetro y una alteración de la composición de la membrana del GG (Walstra et al., 2005).	El menor tamaño del GG contribuye a la estabilidad de la emulsión de la leche, facilita la incorporación de la grasa en la red de proteínas, mientras que su mayor área favorece las interacciones entre grasa y proteínas de la leche durante la acidificación y la posterior formación del gel (Walstra et al., 2005).
Tratamiento térmico de la leche	Se puede aplicar diferentes tratamientos térmicos que se clasifican según su duración y la temperatura. Los más comunes se conocen como termalización, baja y alta pasteurización, esterilización y tratamiento a temperaturas ultra-altas (UHT) . El más utilizado es la pasteurización a alta temperatura (85 °C por 20–30 min o 90–95 °C por 5 min) (Lewis, 2003).	Reduce el número de microorganismos patógenos a límites seguros para la salud del consumidor. Afecta el pH de la leche y el sabor. A temperaturas ≥ 80 °C las proteínas del suero se desnaturalizan lo que permite su incorporación a la matriz de la cuajada, fortaleciéndola y dando como resultado un yogur más firme y viscoso (Walstra *et al.*, 2005).
Fermentación	Se adiciona a la leche dos cepas bacterianas iniciadoras que actúan de manera sinérgicamente. *S. thermophilus* inicia la fermentación láctica y se desarrolla muy intensamente hasta un pH de 5,5. La acidez, el consumo de oxígeno y la liberación de sustancias volátiles como ácido fórmico favorecen el desarrollo de *L. bulgaricus*. Asimismo, la actividad proteolítica de *L. bulgaricus* libera péptidos que estimulan el crecimiento de *S. thermophilus* (Sfakianakis and Tzia, 2014). Normalmente se utilizan en una relación cuantitativa de 1:1 a 1:3, aproximadamente. Durante esta etapa se forma la cuajada de yogur y se desarrollan las características de textura y sabor distintivos.	La lactosa se reduce en un 30% y produce el doble en cantidad molar de ácido láctico, disminuyendo el ph y provocando la precipitación isoeléctrica de las caseínas. Las proteínas (caseínas y suero) se agregan, aumentando la consistencia del yogur. Debido a la proteólisis y lipólisis causadas por el cultivo iniciador se liberan aminoácidos (principalmente prolina y glicina) y ácidos grasos (principalmente ácido esteárico y oleico). Aumenta la concentración de vitamina B. La cantidad de minerales no varía pero debido a la disminución del pH se encuentran en forma iónica en lugar de coloidal (Walstra *et al.*, 2005).
Enfriamiento	Cuando el pH del yogur alcanza el valor de 4.7–4.3, el yogur se enfría a alrededor de 5 °C.	El bajo pH inhibe el crecimiento y la reacción metabólica del cultivo iniciador y evita el aumento de la acidez (Sfakianakis and Tzia, 2014).

Abreviaturas: SNG contenido de sólido no grasos; GG: glóbulo de grasa; MPa: Megapascal

Tipos de yogur

Los tipos más comunes de yogur disponibles en el mercado son yogur de tipo firme y batido; aunque últimamente el yogur helado y el yogur para beber se han vuelto muy populares. El yogur tipo firme se fermenta en recipientes de venta minorista después del proceso de fermentación. El yogur batido (o al estilo griego) se fermenta en tanques con agitación suave continua y una vez finalizada la fermentación se extrae una parte del suero. Debido al proceso de fabricación, los dos tipos desarrollan una textura diferente; el yogur firme desarrolla una textura de gel continua, mientras que el yogur batido muestra una textura viscosa, cremosa y suave (Lee and Lucey, 2010).

En los últimos años, las variedades de yogures bajos en grasa constituyen un segmento de impactante crecimiento en el mercado. Sin embargo, la omisión de la grasa introduce problemas de calidad, como disminución de la textura y viscosidad y aparición de sinéresis. También se observa en estos productos reducción de la suavidad y cremosidad en la boca, que constituyen los principales atributos de calidad deseables para el consumidor (Nguyen *et al.*, 2017).

Atributos de calidad tecnológica y sensorial

Las propiedades sensoriales de los productos tales como la textura, el olor y el sabor característicos condicionan la aceptación de los consumidores (Jaworska *et al.*, 2005). Si bien el olor y el sabor se pueden modificar o adaptar posteriormente, por ejemplo, al agregar preparaciones de frutas, la textura del yogur solo puede influenciarse por el proceso de producción.

El yogur es un gel de apariencia viscosa, generada por la acción simbiótica de sus fermentos iniciadores. Como resultado de la fermentación láctica el pH del medio desciende y cuando se alcanza el punto isoeléctrico de las caseínas (pH = 4,6), las micelas pierden su estabilidad estérica, lo que provoca su floculación, precipitación y formación de un coágulo (Loveday *et al.*, 2013). Las partículas de caseína interaccionan principalmente mediante fuerzas de Van der Waals y por atracción electrostática y luego floculan en hebras irregulares, que se entrecruzan entre sí, dando como resultado una red heterogénea (Phadungath, 2005). Este sistema disperso es inherentemente propensos a la separación de fases. Después de la formación de la red, la superficie externa de las hebras está constituida por caseína todavía reactiva que, por movimiento browniano o deformación de los filamentos pueden adherirse entre sí. Esto provoca un estrés en las hebras que resulta en una presión endógena en el suero y, como consecuencia, aparición de sinéresis (Van Vliet *et al.*, 1991). En efecto, esta separación del lactosuero puede producirse de manera espontánea debido a la contracción del gel o debida al re-arreglo de la red molecular de caseína después de la formación del gel o bien cuando el gel es mecánicamente afectado mientras se corta, agita o congela (Nguyen *et al.*, 2017).

Desde la perspectiva de los consumidores, la sensación en boca y la cremosidad son las propiedades esenciales del yogur (Lucey, 2004), mientras que los defectos texturales, la baja concentración de gel y la sinéresis afectan negativamente la aceptación de los productos (Lee and Lucey, 2010).

Para suprimir o reducir estos fenómenos, se incrementa el contenido total de sólidos y la concentración de proteína lo que resulta en un aumento de la dureza del gel y la capacidad de retención de suero del yogur. El enriquecimiento con sólidos se logra tradicionalmente mediante la adición de leche descremada en polvo a una concentración del 3-4%, mientras que el enriquecimiento con más del 6% produce impresiones sensoriales negativas (Karam *et al.*, 2013). Además, el apropiado tratamiento térmico, la adición de estabilizadores y el tipo de cultivo iniciador aplicado, son los otros factores que reducen la intensidad de la sinéresis y contribuyen a mejorar la textura (Domagała, 2009).

Uso de hidrocoloides

El termino hidrocoloide se utiliza para denominar a un amplio grupo de polisacáridos complejos y de alto peso molecular, los cuales son ampliamente empleados por las características texturales, estructurales y funcionales que imparten a los alimentos. Estos polisacáridos son rápidamente dispersables, total o parcialmente solubles y propensos a absorber agua (Li and Nie, 2016). Es debido a esta característica especial y a la capacidad de producir partículas coloidales hidratadas, que se les adjudica el nombre de “hidrocoloides”. La gelatina, proteína derivada del colágeno, es uno de los pocos hidrocoloides que no pertenece a la familia de los carbohidratos (Dergal *et al.*, 1981).

Utilizando la combinación y dosis adecuadas, se puede obtener la textura que se desee en el producto final, dándole así valor agregado al satisfacer no sólo las necesidades alimenticias y nutricionales del consumidor final, sino también los gustos específicos de su paladar e incluso las

extravagancias de los más exigentes (Alvarado and Aguilera, 2001).

Los hidrocoloides que se usan en la industria láctea pueden ser de origen natural como exudados de plantas, extractos de algas marinas, semillas, cereales, de origen animal, de origen microbiano, naturales modificadas (semisintéticas) y sintéticas (Garibay *et al.*, 1993). Teniendo en cuenta su funcionalidad los hidrocoloides pueden clasificarse en estabilizantes y/o espesantes.

Los espesantes, por ejemplo, modifican la reología a diferentes niveles cuando se integran en una mezcla y cambian la percepción de textura convirtiéndola en más espesa. Los estabilizantes por otro lado cambian las propiedades de flujo de una mezcla, pero no su consistencia (Koleske, 1995). En la Tabla 2 se resumen las principales características y función de los hidrocoloides más utilizados en la fabricación de yogur.

Tabla 2. Principales hidrocoloides utilizados en la producción de yogur

Hidrocoloide	**Origen**	**Función y efecto en yogur**	**Características**
Gelatina	Animal	Estabilizante, agente gelificante. Reducción de sinéresis, incremento de textura, viscosidad y fuerza del gel.	Proteína derivada del colágeno de amplia utilización. Interactúa con la matriz de caseína, conectando los agregados de micelas de caseína y las cadenas de proteínas de la leche para construir un sistema tridimensional más firme (Ares *et al.*, 2007).
Carragenano	Algas	Estabilizante. Incremento de viscosidad y fuerza de gel a muy bajas concentraciones. Incremento de sinéresis.	Hidrocoloides aniónico. En condiciones ácidas interactúa con la carga positiva en la superficie de las micelas de caseína (Hematyar *et al.*, 2012) para formar redes de proteínas altamente estructuradas y abiertas (Sanchez *et al.*, 2000).
Goma Xántica	Microbiano		
Pectinas	Plantas	Estabilizante. Incremento de la viscosidad y reducción de sinéresis.	Forma una red tridimensional capaz de complejar los componentes de la leche mientras absorbe el máximo agua del medio, lo que resulta en un aumento de la viscosidad. La pectina se absorbe en la superficie de las micelas de caseína, que forman agregados estables (Basak and Ramaswamy, 1994; Kiani *et al.*, 2010).
Almidones modificados	Plantas	Espesantes. Incremento de viscosidad y reducción de sinéresis.	Hidocoloides neutros que poseen la capacidad de absorber agua y aumentar muchas veces de su tamaño original, lo que resulta en un aumento de la viscosidad de la solución (Ares *et al.*, 2007). Se someten a un proceso de modificación, con el objetivo de controlar el proceso de retrogradación.

Por otra parte, en la actualidad, la industria del yogur se enfrenta al reto de lograr una producción que no solo cumpla las expectativas del consumidor en relación a la textura y el sabor sino también que satisfaga la creciente demanda por productos con ingredientes naturales y bajo contenido de aditivos alimentarios. En este sentido, un reciente estudio de (Brückner-Gühmann *et al.*, 2019) propone el enriquecimiento de yogures con concentrado de proteína de avena (CPA) como alternativa potencial del agregado de SNG y espesantes convencionales. La adición de CPA dio como resultado un producto que combina sus beneficios nutricionales con el uso sostenible de un subproducto del procesamiento de la avena, así como la mejora de la calidad del producto con respecto a la sinéresis y a la evaluación sensorial, destacándose la sensación en la boca. Por el contrario, la incorporación de β-glucano en la preparación de yogur firme resultó en detrimento de la calidad tecnológica del producto final (Lazaridou *et al.*, 2014). En efecto, se observó separación de fases entre las proteínas y el polisacárido agregado, lo cual alteró el proceso de gelificación observándose el desarrollo de una estructura de gel transitoria en las etapas iniciales, seguida de un significativo retraso de la agregación de proteínas y la cinética de acidificación y finalmente formación de geles más débiles en comparación con las formulaciones control con SNG (Lazaridou *et al.*, 2014).

Valor nutricional y efectos benéficos del yogur

Numerosos estudios científicos se han concentrado en los efectos benéficos para la salud derivados del consumo de yogur. Si bien esta correlación es histórica fue solo a inicios del siglo XX donde tomó fuerza en Europa, debido a los estudios realizados por Metchnikoff en el Instituto Pasteur. En sus estudios atribuía la "longevidad" de los pueblos balcánicos al alto consumo de productos lácteos fermentados, considerando que las BAL y sus productos de fermentación prevenían el crecimiento de bacterias anaeróbicas formadoras de esporas en el intestino grueso (Podolsky, 2012; Mackowiak, 2013). Así, desarrolló una dieta con una leche fermentada que contenía las dos bacterias que había aislado de los productos consumidos en los Balcanes: *L. delbrueckii* subespecie *bulgaricus* (microorganismo productor de lactato descubierto en 1905 por el búlgaro Stamen Grigorov)y *S. thermophilus*. El propio Metchnikoff siguió sus consejos del consumo diario de leche fermentada con el "lactobacilo búlgaro" hasta su muerte (Mechnikova, 1921).

El yogur, como un producto a base de leche, ofrece una excelente calidad nutricional para los consumidores. Constituye una fuente variada de macro y micronutrientes: proteínas de alta calidad, carbohidratos digeribles, calcio, magnesio, fósforo, vitamina B12, etc (Wang *et al.*, 2013). Estos nutrientes son esenciales para la integridad estructural y el desarrollo de los huesos, por lo que el consumo de yogur ayuda a mantener la salud ósea (Bos *et al.*, 2000). Entre las proteínas de alta calidad se destacan las caseínas (α-s1, α-s2, β-caseína, kappa-caseína), que representan alrededor del 80% de las proteínas lácteas y las proteínas de suero (β-lactoglobulina, α-lactalbúmina, lactoferrina, inmunoglobulinas, glicomacropéptidos, enzimas y factores de crecimiento), que constituyen el 20% restante (McGregor and Poppitt, 2013). Sin embargo, su composición única, que incluye cultivos bacterianos activos y subproductos de fermentación ofrece beneficios para la salud adicionales más allá de su materia prima. Entre ellos se incluyen efectos prometedores para la salud del sistema inmunológico y sistema digestivo (p. ej., estreñimiento, enfermedades diarreicas, enfermedad intestinal inflamatoria, infección por *Helicobacter pylori* y cáncer de colon) (Adolfsson *et al.*, 2004), reducción de riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 (Salas-Salvadó *et al.*, 2017), reducción de la ganancia de peso (Jacques and Wang, 2014), prevención de enfermedades cardiovascular (ECV) (Buendia *et al.*, 2017; Wu and Sun, 2017), entre otras. En particular, se demostró que las bacterias iniciadoras del yogur están involucradas en la mejora de la intolerancia a la lactosa. En efecto, en el año 2011 la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) reconoció formalmente los beneficios del yogur sobre la malabsorción de la lactosa (EFSA Panel on Dietetic Products and Allergies, 2010).

Numerosos estudios señalan que las bacterias presentes en el yogur ejercen efectos benéficos sobre la salud a través de la modulación de la microbiota intestinal (Burton *et al.*, 2017). En este sentido, los efectos de BAL y otros constituyentes del yogur sobre el metabolismo y composición del intestino de la microbiota son un excelente ejemplo de la bioactividad del yogur. En un estudio realizado en humanos se reportó que *L. bulgaricus* estaba presente en el 73% de las muestras de heces de consumidores de yogur y en solo el 28% de las muestras de quienes no lo consumían (Alvaro *et al.*, 2007).

Sin embargo, estos resultados no muestran que los iniciadores bacterianos (*L. bulcaricus* y *S. thermophilus*) permanecieran viables en su paso por el tracto intestinal. En un estudio posterior, se compararon los efectos de yogures frescos o pasteurizados (después de la fermentación) sobre parámetros microbiológicos e inmunológicos y no se encontraron diferencias significativas entre ambas condiciones (Ballesta *et al.*, 2008). Estos resultados indicarían que los efectos atribuidos al yogur no dependen de la viabilidad de la BAL. Un estudio contemporáneo al de Ballesta revela que el principal cambio observado en la microbiota humana después del consumo de yogur fue un aumento en la concentración de BAL y *Clostridium perfringens* en detrimento del número de *Bacteroides*(García-Albiach *et al.*, 2008). Un análisis de los grupos bacterianos predominantes en las heces humanas mostró que las enterobacterias fueron significativamente menores en los consumidores de yogur (Alvaro *et al.*, 2007). En este estudio, en el grupo suplementado con yogur, las poblaciones de *Bifidobacterium* se correlacionaron positivamente con el consumo de la leche fermentada. Los cambios bacterianos observados no fueron diferentes después del consumo de yogur fresco y tratado térmicamente, lo que sugiere que los cambios en la microbiota no requieren la viabilidad bacteriana inicial. Otros componentes de la leche como los oligosacáridos podrían alterar la microbiota y cambiar la señalización huésped - microbiota con impacto sobre el metabolismo del primero (Zivkovic et al., 2011). Más estudios son necesarios para comprender mejor el efecto del yogur en la modulación de la microbiota intestinal porque existen pocos reportes sobre el efecto de las cepas iniciadoras tradicionales, es decir, *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*.

En la actualidad hay un debate en curso en relación a las potenciales propiedades probióticas y viabilidad de los microorganismos iniciadores del yogur dada su escasa resistencia a las condiciones del tracto gastrointestinal (Morelli, 2014). Es importante destacar que un microorganismo se considera probiótico si se mantiene viable y confieren beneficios para la salud del huésped cuando se administran en cantidades adecuadas (Hill *et al.*, 2014). En la actualidad hay pocos estudios al respecto debido a que el interés de los investigadores está enfocado en la selección de nuevas cepas probióticas diferentes de los microorganismos tradicionales del yogur. En este sentido, el yogur ha demostrado ser un óptimo vehículo para la entrega de probióticos (Lourens-Hattingh and Viljoen, 2001). Los efectos benéficos de los microorganismos probióticos, en especial aquellos incluidos en yogures han sido extensamente revisados (Sáez-Lara *et al.*, 2016; Thushara *et al.*, 2016) y por lo tanto no serán desarrollados en este trabajo.

Por otro lado, durante la fermentación de la leche por BAL conduce a la liberación de péptidos bioactivos (Shortt and O'Brien, 2016) a los cuales se atribuyen beneficios sobre diversos sistemas. Algunos péptidos identificados participan en actividades antimicrobianas, anticancerígenas, antioxidantes, antifúngicas y como potenciales moduladores de los sistemas inmune, digestivo, cardiovascular y nervioso (Korhonen, 2009; Capriotti *et al.*, 2016). La liberación de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA, por sus siglas en inglés) durante la fermentación por *S. thermophilus* (Tamime y Robinson, 2007) se ha relacionado específicamente con el mantenimiento de la masa corporal magra, la síntesis de proteínas y la función muscular (McGregor y Poppitt, 2013). Sin embargo, sigue existiendo controversia sobre la contribución de los BCAA a la salud, dado que niveles elevados han sido relacionados con el desarrollo de resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 (Wang *et al.*, 2008; Newgard *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

Existe una relación simbiótica entre las dos BAL homofermentativas utilizadas en la producción de yogur que mejora el crecimiento mutuo y promueve efectos beneficiosos. El producto resultante de esta fermentación mixta de la matriz láctea genera un alimento con múltiples propiedades tecnológicas y funcionales. Las nuevas evidencias científicas sobre el beneficio del consumo de yogur hacen que este producto ancestral tenga un lugar privilegiado en nuestra alimentación diaria. Tecnológicamente, el proceso industrial de manufactura de yogur debe ser controlado ya que muchos factores pueden retardar el crecimiento de los microorganismos iniciadores (temperatura de incubación, antibióticos o residuos de detergentes, contaminación del medio ambiente, bacteriófagos, etc.) y modificar las propiedades del producto final (Tamime and Robinson, 1999). El consumo de yogures firmes y bebibles ha crecido significativamente en los últimos años debido a la combinación del posicionamiento saludable del producto con su alto valor nutricional que cumple con las demandas del consumidor. Por otro lado, la constante búsqueda de innovación tecnológica en el mercado a incentivado nuevas variedades

de yogur lo cual ha modernizado este producto ancestral y ha colaborado con la vigencia actual del mismo en la industria láctea.

REFERENCIAS

Adolfsson, O., Meydani, S.N., Russell, R.M., 2004. Yogurt and gut function. The American journal of clinical nutrition 80, 245-256.

Alvarado, J.d.D., Aguilera, J.M., 2001. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos.

Alvaro, E., Andrieux, C., Rochet, V., Rigottier-Gois, L., Lepercq, P., Sutren, M., Galan, P., Duval, Y., Juste, C., Doré, J., 2007. Composition and metabolism of the intestinal microbiota in consumers and non-consumers of yogurt. British journal of nutrition 97, 126-133.

Ares, G., Gonçalvez, D., Pérez, C., Reolón, G., Segura, N., Lema, P., Gámbaro, A., 2007. Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. International Journal of Dairy Technology 60, 263-269.

Ballesta, S., Velasco, C., Borobio, M., Argüelles, F., Perea, E.J., 2008. Fresh versus pasteurized yogurt: comparative study of the effects on microbiological and immunological parameters, and gastrointestinal comfort. Enfermedades infecciosas y microbiologia clinica 26, 552-557.

Basak, S., Ramaswamy, H., 1994. Simultaneous evaluation of shear rate and time dependency of stirred yogurt rheology as influenced by added pectin and strawberry concentrate. Journal of Food Engineering 21, 385-393.

Bos, C., Gaudichon, C., Tomé, D., 2000. Nutritional and physiological criteria in the assessment of milk protein quality for humans. Journal of the American College of Nutrition 19, 191S-205S.

Brückner-Gühmann, M., Benthin, A., Drusch, S., 2019. Enrichment of yoghurt with oat protein fractions: Structure formation, textural properties and sensory evaluation. Food Hydrocolloids 86, 146-153.

Buendia, J.R., Li, Y., Hu, F.B., Bradlee, M.L., Quatromoni, P.A., Cabral, H.J., Singer, M.R., Moore, L.L., 2017. Increased Yogurt Intake Lowers Risk of Cardiovascular Disease among Middle-Aged Adults with High Blood Pressure. The FASEB Journal 31, 446.448-446.448.

Burton, K.J., Rosikiewicz, M., Pimentel, G., Bütikofer, U., von Ah, U., Voirol, M.-J., Croxatto, A., Aeby, S., Drai, J., McTernan, P.G., 2017. Probiotic yogurt and acidified milk similarly reduce postprandial inflammation and both alter the gut microbiota of healthy, young men. British Journal of Nutrition 117, 1312-1322.

Capriotti, A.L., Cavaliere, C., Piovesana, S., Samperi, R., Laganà, A., 2016. Recent trends in the analysis of bioactive peptides in milk and dairy products. Analytical and bioanalytical chemistry 408, 2677-2685.

Chandan, R.C., Nauth, K., 2016. Yogurt. Handbook of animal-based fermented food and beverage technology. CRC Press, pp. 228-249.

Dergal, S.B., Rodriguez, H.B., Morales, A.A., 1981. Química de los alimentos. Alhambra.

Domagała, J., 2009. Instrumental texture, syneresis and microstructure of yoghurts prepared from goat, cow and sheep milk. International Journal of Food Properties 12, 605-615.

EFSA Panel on Dietetic Products, N., Allergies, 2010. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to live yoghurt cultures and improved lactose digestion (ID 1143, 2976) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 8, 1763.

García-Albiach, R., José, M., de Felipe, P., Angulo, S., Morosini, M.-I., Bravo, D., Baquero, F., del Campo, R., 2008. Molecular analysis of yogurt containing Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus in human intestinal microbiota–. The American journal of clinical nutrition 87, 91-96.

Garibay, M.G., Ramírez, R.Q., Canales, A.L.-M., 1993. Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa.

Hematyar, N., Samarin, A.M., Poorazarang, H., Elhamirad, A.H., 2012. Effect of gums on yogurt characteristics. World Applied Sciences Journal 20, 661-665.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., 2014. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology 11, 506.

Ibeagha-Awemu, E.M., Liu, J., Zhao, X., 2009. Bioactive components in yogurt products. Bioactive Componentsin Milk and Dairy Products, 235.

Jacques, P.F., Wang, H., 2014. Yogurt and weight management–. The American journal of clinical nutrition 99, 1229S-1234S.

Jaworska, D., Waszkiewicz-Robak, B., Kolanowski, W., Swiderski, F., 2005. Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of natural yoghurts.

International Journal of Dairy Technology 58, 39-46.
Karam, M.C., Gaiani, C., Hosri, C., Burgain, J., Scher, J., 2013. Effect of dairy powders fortification on yogurt textural and sensorial properties: a review. Journal of Dairy Research 80, 400-409.
Kiani, H., Mousavi, M., Razavi, H., Morris, E., 2010. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. Food Hydrocolloids 24, 744-754.
Koleske, J.V., 1995. Paint and coating testing manual.
Korhonen, H., 2009. Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. Journal of functional foods 1, 177-187.
Lazaridou, A., Serafeimidou, A., Biliaderis, C.G., Moschakis, T., Tzanetakis, N., 2014. Structure development and acidification kinetics in fermented milk containing oat β-glucan, a yogurt culture and a probiotic strain. Food Hydrocolloids 39, 204-214.
Lee, W., Lucey, J., 2010. Formation and physical properties of yogurt. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 23, 1127-1136.
Lewis, M., 2003. Improvements in the pasteurisation and sterilisation of milk. Dairy Processing: Improving Quality, 81-103.
Li, J.-M., Nie, S.-P., 2016. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. Food Hydrocolloids 53, 46-61.
Lourens-Hattingh, A., Viljoen, B.C., 2001. Yogurt as probiotic carrier food. International dairy journal 11, 1-17.
Loveday, S.M., Sarkar, A., Singh, H., 2013. Innovative yoghurts: Novel processing technologies for improving acid milk gel texture. Trends in food science & technology 33, 5-20.
Lucey, J.A., 2004. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. International Journal of Dairy Technology 57, 77-84.
Mackowiak, P.A., 2013. Recycling Metchnikoff: probiotics, the intestinal microbiome and the quest for long life. Frontiers in public health 1, 52.
McGregor, R.A., Poppitt, S.D., 2013. Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence. Nutrition & metabolism 10, 46.
Mechnikova, M.O., 1921. Life of Elie Metchnikoff, 1845-1916. Houghton Mifflin Company.
Morelli, L., 2014. Yogurt, living cultures, and gut health–. The American journal of clinical nutrition 99, 1248S-1250S.
Newgard, C.B., An, J., Bain, J.R., Muehlbauer, M.J., Stevens, R.D., Lien, L.F., Haqq, A.M., Shah, S.H., Arlotto, M., Slentz, C.A., 2009. A branched-chain amino acid-related metabolic signature that differentiates obese and lean humans and contributes to insulin resistance. Cell metabolism 9, 311-326.
Nguyen, P.T., Kravchuk, O., Bhandari, B., Prakash, S., 2017. Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouthfeel of low-fat pot-set yoghurt. Food hydrocolloids 72, 90-104.
Phadungath, C., 2005. The mechanism and properties of acid-coagulated milk gels. Songklanakarin J. Sci. Technol 27, 433-448.
Podolsky, S.H., 2012. Metchnikoff and the microbiome. The Lancet 380, 1810-1811.
Sáez-Lara, M., Robles-Sanchez, C., Ruiz-Ojeda, F., Plaza-Diaz, J., Gil, A., 2016. Effects of probiotics and synbiotics on obesity, insulin resistance syndrome, type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease: a review of human clinical trials. International journal of molecular sciences 17, 928.
Salas-Salvadó, J., Guasch-Ferré, M., Díaz-López, A., Babio, N., 2017. Yogurt and diabetes: overview of recent observational studies. The Journal of nutrition 147, 1452S-1461S.
Sanchez, C., Zuniga-Lopez, R., Schmitt, C., Despond, S., Hardy, J., 2000. Microstructure of acid–induced skim milk–locust bean gum–xanthan gels. International Dairy Journal 10, 199-212.
Sfakianakis, P., Tzia, C., 2014. Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: A review. Foods 3, 176-193.
Shaker, R., Jumah, R., Abu-Jdayil, B., 2000. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. Journal of Food Engineering 44, 175-180.
Shortt, C., O'Brien, J., 2016. Handbook of functional dairy products. CRC Press.
Tamime, A.Y., Robinson, R.K., 1999. Yoghurt: science and technology. Woodhead Publishing.
Thushara, R.M., Gangadaran, S., Solati, Z., Moghadasian, M.H., 2016. Cardiovascular benefits of probiotics: a review of experimental and clinical studies. Food & function 7, 632-642.
Van Vliet, T., Van Dijk, H., Zoon, P., Walstra, P., 1991. Relation between syneresis and rheological properties of particle gels. Colloid and Polymer Science 269, 620-627.
Walstra, P., Geurts, T.J., Wouters, J.T., 2005. Dairy science and technology. CRC press.
Wang, H., Livingston, K.A., Fox, C.S., Meigs, J.B., Jacques, P.F., 2013. Yogurt consumption is associated with better diet quality and metabolic

profile in American men and women. Nutrition Research 33, 18-26.
Wang, L., Manson, J.E., Buring, J.E., Lee, I.-M., Sesso, H.D., 2008. Dietary intake of dairy products, calcium, and vitamin D and the risk of hypertension in middle-aged and older women. Hypertension 51, 1073-1079.
White, C.H., Kilara, A., Hui, Y., 2008. Manufacturing yogurt and fermented milks. John Wiley & Sons.
Wu, L., Sun, D., 2017. Consumption of yogurt and the incident risk of cardiovascular disease: A meta-analysis of nine cohort studies. Nutrients 9, 315.