



Centro de Investigación
y Desarrollo Ecuador

VII CONGRESO LATINOAMERICANO ^{de} AGRONOMÍA

ARTÍCULOS IN EXTENSO

ISBN: 978-9942-21-969-5



Compiladores:

Iris Pérez Almeida
Ariadne Vegas García

Centro de Investigación de Ecuador
(CIDE)

**VII Congreso Latinoamericano de
Agronomía: Artículos *in extenso***

Iris Pérez Almeida
Ariadne Vegas García

Msc. Max Olivares Alvares

Director CIDE

Ph.D. José Lazaro Quintero Santos

Director Adjunto CIDE

Ing. Gabriela Mancero Arias

Directora Financiera

Ing. Liliana Figueroa Jara

Directora Académica

Msc. Mercedes Navarro Cejas

Directora de Publicaciones

Coordinadoras:

Iris Pérez Almeida

Ariadne Vegas García

ISBN: 978-9942-21-969-5

1° Edición, Enero 2016

Edición con fines académicos no lucrativos.

Impreso y hecho en Ecuador

Diseño y Tipografía: Lic. Pedro Naranjo Bajaña

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, integra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador
Cdl. Martina Mz. 1 V. 4 - Guayaquil, Ecuador
Tel.: 00593 4 2037524
<http://www.cidecuador.com>

Comité Editorial

Julio Muñoz
Fabián Gordillo
Julio Rivadeneira
José Rodríguez
Mercedes Navarro Cejas
Ariana Rivas

Autores

Luis Alberto Duicela Guambi
Cristian Camilo Ubaque Pinzón
Sanin Ortiz Grisales
Magda Piedad Valdez Restrepo
Franco Alirio Vallejo Cabrera
Marco Pérez Salinas
Johanna Frutos Pinto
Cristian Pérez Salinas
Francisco Angulo Sibaja
Carlos Méndez Soto
Paul Esker
Rigoberto Miguel García Batista
Miguel R. Ventura Cruz
Antonio Menéndez Sierra
Julio Cesar Caicedo Aldaz
Julio Cesar Rivadaneira Zambrano

Índice

Prólogo

Pág 8

1. Investigación y desarrollo cafetalero en el Ecuador: Situación actual y perspectivas.
Luis Alberto Duicela Guambi Pág. 9

2. Evaluación de comportamiento del contenido de materia seca en fruto del cultivar de zapallo (*Cucurbita moschata* Duch.) Unapal – Abanico 75, en un proceso de selección recurrente. Pág. 20
Cristian Camilo Ubaque Pinzón
Sanin Ortiz Grisales
Magda Piedad Valdez Restrepo
Franco Alirio Vallejo Cabrera

3. Efecto de la utilización del mulch natural, bagazo de maíz (*Zea mays* L.), bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), vicia (*Vicia sativa* L.), y avena (*Avena sativa* L.) sobre la producción del brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pág. 31
Marco Pérez Salinas
Johanna Frutos Pinto
Cristian Pérez Salinas

4. Producción de almácigos de pepino y tomate en función del volumen de la celda y el medio de cultivo, Alajuela, Costa Rica. Pág. 36
Francisco Angulo Sibaja
Carlos Méndez Soto

5. Reducción de la distancia entre hileras para bancos de semilla en caña de azúcar, un modo de hacer agricultura sostenible. Pág. 46
Rigoberto Miguel García Batista
Miguel R. Ventura Cruz
Antonio Menéndez Sierra

6. Condiciones del suelo por uso del glifosato e incidencia en el cultivo de Papaya (*Carica papaya* L.), en el cantón Santo Domingo, Ecuador. Pág. 71
Julio Cesar Caicedo Aldaz
Julio Cesar Rivadaneira Zambrano

7. Evaluación de genotipos de cucurbita moschata duch por contenido de almidón en semilla. Pág. 84
Ginna Alejandra Ordoñez Narváez

Prologo

El VII Congreso Latinoamericano de Agronomía se realizó en la Universidad de Guayaquil, ciudad de Guayaquil, Provincia de Guayas, Ecuador, desde el 22 al 24 de julio de 2015.

En dicho evento se presentaron ponencias y posters focalizados a la mejora de la productividad y la genética de cultivos alimentarios y forestales de importancia para la región, propugnando, al mismo tiempo, la sostenibilidad, competitividad y rentabilidad de la agricultura. Asistieron especialistas de universidades e institutos latinoamericanos de Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Paraguay y Perú, al igual que universidades, institutos y asociaciones de productores del Ecuador. Además se contó con una asistencia significativa de estudiantes, alcanzándose en total 426 participantes.

Entre los temas específicos abordados destacan la mejora genética, los recursos fitogenéticos, la ecofisiología de los cultivos, el control biológico, la postcosecha, agentes fitopatógenos de importancia, prácticas agrícolas, uso y clasificación de suelos y la agricultura protegida. En general, las contribuciones consideraron con especial atención, tanto la búsqueda del incremento en la productividad de los cultivos y la calidad de los productos agrícolas, como la reducción del impacto ambiental, la colaboración estratégica en las cadenas agroalimentarias y los cambios necesarios de la matriz productiva para incorporar mayor valor agregado industrial y mayor diversificación.

Las conferencias magistrales, ponencias y posters permitieron cumplir con los objetivos del VII Congreso, al facilitar el intercambio y difusión de las investigaciones a nivel nacional e internacional, el fortalecimiento de conocimientos y técnicas para promover la ciencia y la tecnología agrícolas en la región y propuestas alternativas para la solución de problemas agrícolas. El evento fue plataforma para la presentación de nuevos conocimientos e innovaciones, y la propuesta de soluciones a problemas específicos; además permitió la discusión abierta y el planteamiento de nuevos retos y preguntas en relación al desarrollo futuro de la producción de alimentos, bienes y servicios en la región y el mundo, minimizando la expansión agrícola y los daños al medioambiente.

El Comité Organizador exhorta a la comunidad científica y productora, y a otros sectores interesados en la temática agronómica a participar activamente en el próximo Congreso, y a dar sus aportes en beneficio del desarrollo económico y social de América Latina, que, según la FAO (2015), tendrá un papel protagónico en la producción agrícola, a nivel mundial, en el próximo decenio.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CAFETALERO EN EL ECUADOR: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Msc. Luis Alberto Duicela Guambi

Universidad Estatal del Sur d Manabí

Jipijapa, Ecuador.

duicela@yahoo.com

Resumen

En el Ecuador, el problema del sector cafetalero es la baja producción nacional. Hay perspectivas de reactivar la caficultura usando variedades arábicas altamente productivas y resistentes a roya, seleccionadas por INIAP (Sarchimor, Catimor y Cavimor), sin embargo, el MAGAP, desde el 2012, prioriza usar cultivares brasileños: Catucaí, Acawá y Arará, entre otros. La ULEAM, UNESUM, ESPE, UNL, UEB, UTMACH y ESPAM, además del INIAP, hacen estudios en café arábigo. En robusta, hay clones de alta productividad seleccionados por INIAP (NP-2024, NP-4024, NP-3013 y 3056) y COFENAC-DUBLINSA (CONERB 01P17, COF 02-P15-17, COF 04-P18, CONETP 01-P11, COF 05-P02, NP 4024-P15, COF 06 P3-15-17 y COF 01-P2-4). El robusta se propaga por clones y semilla de híbridos clonales. Las tecnologías disponibles han permitido elevar la productividad, en fincas de productores pioneros, a tres toneladas ha⁻¹ en arábigo y cinco toneladas ha⁻¹ en robusta. Resulta imperativo: transferir las tecnologías disponibles y generar, validar y disseminar nuevas alternativas para producción y poscosecha. Para *impulsar el cambio de la matriz productiva* hay que integrar a los actores en un *Sistema de Investigación y Desarrollo Cafetalero* teniendo como eje articulador a la universidad ecuatoriana a través de una Red alineada a las políticas de la SENESCYT.

Palabras claves: Clones, variedades, tecnología, híbrido, selección.

Abstract

In Ecuador, the problem of the coffee sector is the low production. There are prospects of promoting the cultivation of coffee using high yielding and coffee rust resistant varieties selected by INIAP (Sarchimor, Catimor and Cavimor). The MAGAP, since 2012, has prioritized the use of Brazilian cultivars: Catucaí, Acawá and Arará, among others. The ULEAM, UNESUM, ESPE, UNL, UEB, UTMACH, ESPAM and INIAP make studies in arabica coffee. In robusta coffee there in high productivity clones selected by INIAP (NP-2024, NP-4024, NP-3013 and 3056) and COFENAC-DUBLINSA (CONERB 01P17, 02-P15-17 COF, COF-04 P18, P11 01-CONETP COF 05-P02, NP-P15 4024, COF and COF 06 P3-15-17 01-P2-4). Robusta coffee is reproduced by cloning and clonal seed hybrids. The available technologies have allowed raising productivity on farms of pioneer producers, three tons ha⁻¹ in arabic and five tons ha⁻¹ on robusta. It is imperative: to transfer the technologies available and create, validate and disseminate new alternatives for production and postharvest. To drive change of the productive matrix must integrate the actors in a system of Research and Development of coffee cultivation with its central theme the university through a network aligned SENESCYT policies.

Keywords: Clone, varieties, technology, hybrid, selection

1. Introducción

El café, para los ecuatorianos, tiene importancia en los órdenes: económico, social, ambiental y salud humana. En lo económico, constituye una fuente de divisas e ingresos para los actores de las cadenas del café. En lo social, en las cadenas del café se involucran muchas etnias y pueblos en 23 de las 24 provincias del país, dispersos en un amplio tejido social. En lo ambiental, se cultiva básicamente en sistemas agroforestales, en una amplia diversidad de suelos y climas, contribuyendo a la conservación de la fauna y flora nativas. En lo referente a la salud humana, según lo indican Gotteland y De Pablo (2007, p.105) y Capel et al. (2010, p.72), el consumo de café muestra correlación inversa con el riesgo de diabetes tipo 2, daño hepático y enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson.

En el Ecuador se cultivan las especies de café arábica (*Coffea arabica* L.) y robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). Las tecnologías de producción generadas y validadas en el Ecuador han permitido elevar la productividad a tres toneladas de café oro ha⁻¹ en arábigo y cinco toneladas ha⁻¹ en robusta, a nivel de productores pioneros. En términos generales, la problemática del sector cafetalero es compleja, que se manifiesta en una baja producción nacional, situación que requiere del compromiso de los actores de la investigación y desarrollo cafetalero para el objetivo 10 del Plan de Buen Vivir (2013): *impulsar el cambio de la matriz productiva* (p. 291-306) y poder contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades cafetaleras.

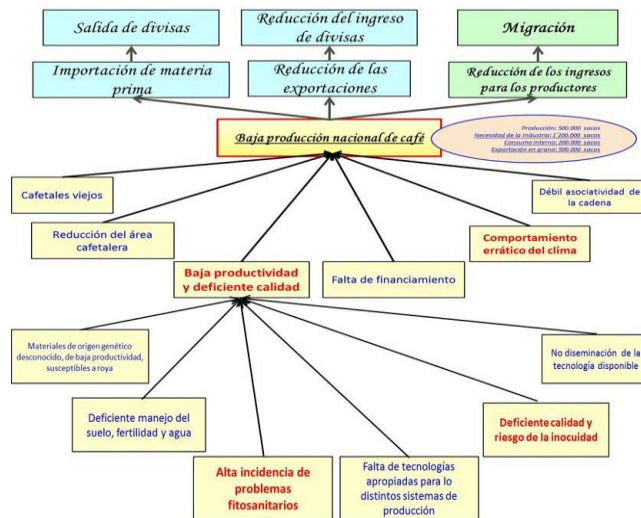
2. Revisión de la literatura

La situación de la caficultura, a diciembre del 2014, se resumía en los siguientes datos: superficie cosechada 140.000 ha, área de cafetales viejos 100.000 ha, productividad del café arábigo 5,1 qq ha⁻¹, productividad del café robusta 5,5 qq ha⁻¹, 105 000 unidades de producción, producción nacional de 500 000 sacos de 60 kilos, consumo interno 200 000 sacos, requerimiento de la industria 1'200 000 sacos, capacidad instalada para exportación de café en grano 500 000 sacos. Esto equivale a una necesidad de 1'900 000 sacos, por tanto, el déficit de producto sería de 1'400.000 sacos de 60 kilos.

La *baja producción nacional* es el problema central del sector cafetalero, la misma que tienen sus causas en: prevalencia de cafetales viejos, reducción del área cultivada, baja productividad y calidad, falta de financiamiento, comportamiento errático del clima y débil asociatividad de la cadena (Gráfico 1). Para resolver la prevalencia de cafetales viejos y de poca productividad, así como, recuperar el área cultivada, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), desde junio del 2011, ejecuta el proyecto “Reactivación de la Caficultura”.

La baja productividad y deficiente calidad de grano requiere de la urgente intervención por parte de los actores de la investigación. En la actualidad, el MAGAP proporciona algunos incentivos como: semilla, abono químico, fungicidas y ciertos materiales y equipos.

Gráfico 1. Árbol de problemas del sector cafetalero.



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de la falta de financiamiento de las actividades productivas y de transformación, hay limitaciones, principalmente para los pequeños productores. El comportamiento errático del clima se manifiesta en el adelanto o retraso de la época lluviosa, en las variaciones térmicas e incertidumbre del fenómeno “El Niño”. La débil asociatividad de la cadena se manifiesta en la falta de líderes y lideresas con credibilidad y de organizaciones consolidadas. El gremio que cumple un importante rol en el sector, especialmente en la promoción de la calidad, a través del concurso anual “Taza Dorada”, es la Asociación Nacional de Exportadores de café (Anecafé).

La *baja productividad y deficiente calidad del grano* tiene varias causas que ameritan la intervención de los actores de investigación, como:

- Uso de material de origen genético desconocido
- Deficiente manejo del suelo, fertilidad y agua
- Alta incidencia de problemas fitosanitarios
- Falta de tecnologías apropiadas para los distintos sistemas de producción
- Deficiente calidad y riesgo de la inocuidad
- No disseminación la tecnología disponible.

Uso de materiales de origen genético desconocido

En el Ecuador prevalecen cafetales con mezclas de cultivares susceptibles a la roya como: Típica, Caturra, Pacas y Bourbon. En estas circunstancias, hay que evaluar en distintos agro ecosistemas, los cultivares resistentes a roya como: Sarchimor 1669, Sarchimor 4260, Catimor, Cavimor y otros de reciente introducción.

Deficiente manejo del suelo, fertilidad y agua

La mayoría de suelos dedicados al café son deficientes en nitrógeno (N), azufre (Z), zinc (Zn) y boro (B); tienen contenidos medios de fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca), y niveles altos de cobre (Cu) y hierro (Fe), además de bajo contenido de materia orgánica y pH variables, principalmente ácidos en la Amazonía. Hay alternativas tecnológicas, sin embargo hace falta investigar en riego, fertilización, fertirriego, acondicionadores y enmiendas.

Alta la incidencia de problemas fitosanitarios en los cafetales

Hay alternativas de manejo integrado de roya y otros problemas fitosanitarios, poco difundidos. La roya (*Hemileia vastatrix*), Mal de hilachas (*Pellicularia koleroga*), ojo de gallo (*Mycena citricolor*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y mal del talluelo (*Fusarium sp.* y otros hongos patógenos) son algunas enfermedades que requieren estudios especializados. Hay plagas insectiles como: Broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de la rama (*Xylosandrus morigerus*) que atacan los cafetales robustas. En los últimos años, el café Conilón ha mostrado vulnerabilidad a roya y ácaro rojo (*Oligonychus spp.*). Hacen falta estudios epidemiológicos y en fisiología, biología y control biológico de plagas, entre otros aspectos.

Falta de tecnologías apropiadas para los distintos sistemas de producción

El café arábigo se cultiva desde altitudes cercanas al nivel del mar (Santa Elena y Manabí) hasta los 2.000 msnm (Loja) y el café robusta en zonas muy bajas (Santa Elena y Guayas) y hasta 950 msnm (Napo). Se hace caficultura en 23 de las 24 provincias del país, oficialmente no se cultiva en la provincia de Tungurahua. La diversidad de ambientes, genotipos y poblaciones humanas dedicadas a la caficultura exige una diferenciación en los métodos de investigación, transferencia de tecnología y capacitación.

Deficiente calidad y riesgo de la inocuidad

Hay tecnología de poscosecha que no se ha difundido entre los productores. Falta información sobre los atributos organolépticos en relación con la altitud, cultivares y métodos de beneficio, faltan estudios de incidencia de ocratoxinas y residuos de agroquímicos en café.

No disseminación de la tecnología disponible

Uno de los factores determinantes de la *baja productividad* es la no disseminación de la tecnología disponible, a través de las Demostraciones de resultados y de métodos, parcelas de validación y demostrativas, publicaciones escritas y audiovisuales y programas de radio y televisión.

3. Metodología

El presente documento consolida los resultados de la investigación cafetalera realizada en el Ecuador, básicamente, por parte del INIAP y COFENAC, enfatizando en los avances en mejoramiento genético y situación de los varietales de las especies de cafés arábigos y robustas. El análisis situacional abarca las áreas: Mejora genética, manejo del suelo, fertilidad y agua, protección vegetal, tecnificación de los sistemas de producción, mejora de la calidad e inocuidad y articulación de la investigación y el desarrollo territorial.

La propuesta de cambio se orienta a la conformación del Sistema de Investigación y Desarrollo Cafetalero, teniendo como eje articulador a las universidades ecuatorianas, con sus carreras agropecuarias, asentadas en las principales zonas cafetaleras del Ecuador, integrando al Programa de Café del INIAP, Proyecto de Reactivación de la Caficultura del MAGAP, otros centros de Investigación y Desarrollo Públicos y privados, la empresa privada y la cooperación internacional.

4. Resultados y Discusión

Los factores que limitan la productividad del café ecuatoriano, fundamentalmente están relacionados con la disponibilidad de cultivares mejorados, de alta productividad y adaptados a los distintos agroecosistemas cafetaleros de las cuatro regiones geográficas del país.

Situación varietal del café arábigo

El café arábigo tuvo su origen en Etiopía (Smith, 1985, p.2), probablemente en la provincia de Kaffa, en el siglo XV se cultivaba en Yemen (ICO, s.f.). Hay la teoría de que fue descubierto por el año 850, cultivándose en Harar, en Arabia (Smith, 1985, p. 2). Se conoce que los holandeses, en 1616, llevaron unas semillas a Holanda y lo cultivaron en invernaderos (Smith, 1985, p. 3). Posteriormente, se cultivó en Malabar (India) y en 1699 llevaron a Batavia, en Java (Indonesia) (ICO, s.f.). El café fue introducido a América por *Gabriel Mathieu de Clieu*, un oficial de la Marina francesa, en 1720, y sembrado en la isla Martinica (ICO. s.f.). A Jamaica se introdujo en 1730 (Smith, 1985, p.3), en América central y Sudamérica en 1825 (ICO. s.f.). En la India se introdujo en 1840 (Smith, 1985, p.3). Al Ecuador se introdujo la variedad Típica, en 1830, iniciándose su cultivo en los recintos Las Maravillas y El Mamey, del cantón Jipijapa, provincia de Manabí (MAG, 1987, p. 5). En la actualidad, en mayor proporción, se cultivan variedades susceptibles a roya y, en menor proporción, los híbridos derivados del H. Timor resistentes a la roya y alta productividad, cuya semilla ha sido distribuida por parte de INIAP, COFENAC y algunos Gobiernos locales.

Variedades e híbridos cultivados en el Ecuador

En el Ecuador se cultivan una amplia gama de variedades, que se expone en la Tabla 1. Las principales variedades arábicas puras cultivadas son: Típica, Bourbon, Villalobos, Pacas, Caturra, Catuaí, Pache. Los cultivares resistentes a roya son: Sarchimor, Catimor y Cavimor. Desde el 2013, el MAGAP entrega a los productores semilla de varietales brasileños como: *Catuaí 2 SL*, cruce de Icatú x Catuaí, de porte bajo, frutos amarillo y alta productividad (Sequeira, 2008, p. 171); *Catuaí 785-15*, cruce de Icatú x Catuaí, de porte bajo, frutos rojos y alta productividad (Sequeira, 2008, p. 171); *Acavá*, cruce de Mundo novo IAC 388-17 x Sarchimor IAC 1668 (Sequeira, 2008, p. 158); *Acaia*, selección de Mundo Novo (Sequeira, 2008, p. 227); *LAPAR 59*, cruce de Villa Sarchi CIFC 971/10 x Híbrido de Timor CIFC 832/2 (Sequeira, 2008, p. 179); *IBC-PALMA 1 e IBC-PALMA 2*, cruces de Catuaí vermelho IAC 81 x Catimor UFV 353 (Sequeira, 2008, p. 179,180) e *IPR 98*, cruce de Villa Sarchi CIFC 971/10 x Híbrido de Timor CIFC 832/2 (Sequeira, 2008, p. 182).

Tabla 1. Variedades arábicas cultivadas en el Ecuador.

Variedad	Origen	Genealogía	Porte	Color de brotes tiernos	Reacción frente a la roya	Color de los frutos
Típica	Etiopía	Arábica pura	Alto	Bronceado	Susceptible	Rojo
Bourbon	Islas Reunión	Arábica pura	Alto	Verde	Susceptible	Rojo-amarillo

Caturra	Minas Gerais, Brasil	Mutación de Bourbon	Bajo	Verde	Susceptible	Rojo-amarillo
Pacas	El Salvador	Mutación de Bourbon	Bajo	Verde	Susceptible	Rojo
Catuaí	Sao Paulo, Brasil	Mutación de Bourbon	Medio	Verde	Susceptible	Rojo-amarillo
Pache	Jalapa, Guatemala	Mutación de Típica	Muy bajo	Verde y Bronceado	Susceptible	Rojo
Villalobos	Costa Rica	Mutación de Típica	Bajo	Bronceado	Susceptible	Rojo
San Salvador	El Salvador	Mutación de Típica	Bajo	Bronceado	Susceptible	Rojo
Geisha	Abisinia, Etiopía	Arábiga pura	Alto	Bronceado claro	Susceptible	Rojo
Sarchimor C-1669	Portugal	Villa Sarchi x H. Timor	Bajo	Bronceado oscuro	Resistente	Rojo
Sarchimor C-4260	Portugal	Villa Sarchi x H. Timor	Medio	Bronceado rojizo	Resistente	Rojo
Líneas de Catimor	Brasil, Costa Rica y Portugal	Caturra x H. Timor	Medio	Bronceado y verde	Resistente	Rojo
Líneas de Cavimor	Portugal	Catuaí x Catimor	Medio	Bronceado y verde	Resistente	Rojo con tono amarillo
Castillo	Colombia	Derivado del H. Timor	Medio	Bronceado y Verde	Resistente	Rojo-amarillo
Pacamara	El Salvador	Pacas x Maragogype	Bajo	Verde	Susceptible	Rojo

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando las potencialidades de los cultivares: Sarchimor, Catimor y Cavimor (INIAP, 2012, p.27 y 31), para su uso en la renovación de cafetales, cuya semilla ha sido entregada a los caficultores, se expone una reseña de sus orígenes. El *Sarchimor* se originó del cruzamiento de Villa Sarchi CIFIC 971/10 x Híbrido de Timor CIFIC 832/2, desarrollado en el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto, Oeiras, Portugal (CIFIC). Al Ecuador se introdujeron, en 1985, las líneas C-1669 y C-4260, desde el Instituto Agronómico de Campinas (IAC-Brasil). El Sarchimor C-1669 tiene alta productividad, resistencia a roya y adaptación a las zonas secas de Manabí, El Oro y Loja. El *Catimor* se originó del cruce Caturra rojo CIF 19/1 x H. Timor CIF 832/1 que dio origen a las plantas Hw 26. Al Ecuador se introdujeron líneas F4 y F5 de Catimor de distintos orígenes. Las líneas promisorias que se seleccionaron fueron:

- Origen Brasil: UFV-5409, UFV-5607, UFV-5608 y UFV-5331.
- Origen Costa Rica: 8666 (4-3), 8664 (2-3) y 8666 (1-2).
- Origen Portugal: CIFIC-P1, CIFIC-P2 y CIFIC-P3.

El germoplasma del CIFIC-P1, P2 y P3 son poblaciones compuestas de alto interés para el país. CIFIC-P1 fue una mezcla de semillas de 27 plantas de los grupos A (77,7%) y 1 (22,3%) de la progenie CIFIC 7960 (F5). CIFIC-P2 fue una mezcla de semillas de 10 plantas de los grupos A (80%) y 1 (20%) de la progenie 7961 (F5). CIFIC-P3 fue una mezcla de semillas de 56 plantas de los grupos A (55,3%) y 1 (44,7%) de la progenie CIFIC 7962 (F5). A partir de la mezcla de semillas de las líneas y poblaciones seleccionadas por productividad y resistencia a roya, se conformó el compuesto multilínea “Catimor ECU”.

El *Cavimor* se originó del cruce Catuaí x Catimor desarrollado en el CIFIC. Al Ecuador se introdujeron varias líneas de Cavimor, en 1985, siendo seleccionadas como promisorias: H-765, H-766, H-773, H-777 y H-789. Con las semillas de las mejores líneas se conformó un cultivar compuesto.

Desarrollo de nuevos híbridos

Anzueto (2013) da a conocer que Benoit Bertrand y Hervé Etienne propusieron un esquema para la obtención de clones de híbridos F1, en café arábigo, a partir de cultivares derivados del H. Timor cruzados con cafetos que contengan atributos de calidad, donde se realizará la selección de la mejor familia y del mejor individuo dentro de la familia, el cual se reproduce asexualmente (*In vitro*). En esta perspectiva, en la Finca Experimental “La Esperanza” se han realizado cruzamientos intervarietales: Sarchimor C-1669 x Pache, Sarchimor C-1669 x Bourbon rojo, Sarchimor C-4260 x Pache, Sarchimor C4260 x Bourbon rojo, Catimor ECU x Pache, Catimor ECU x Bourbon rojo.

Los híbridos F1 se evaluarán a nivel de campo, caracterizando los atributos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos, en la perspectiva de multiplicar asexualmente y probar su adaptación en los principales agroecosistemas cafetaleros.

Situación varietal del café robusta

El café robusta fue descubierto en África a fines del siglo XIX, creciendo de manera silvestre en Guinea y El Congo. En 1895, en la República Democrática del Congo se cultivaban cafetos de robusta procedentes de las riberas del río Lomani. A Java se introdujeron desde el Congo, en 1901. Luego se distribuyó hacia otras zonas tropicales húmedas del mundo (van der Vossen, 1985, p. 53, 55). Esta especie se introdujo al Sudeste de Asia, en 1900, después de que la roya destruyera, en 1869, los cafetales arábigos en Ceilán (hoy Sri Lanka).

El café robusta se clasifica en tres grupos (van der Vossen, 1985, p. 55). Café *congolensis* (Originario del Congo), Café *guinensis* (Originario de Guinea ecuatorial) y Café *Kouilou* (encontrado en las riberas del río del mismo nombre, en África Central, de donde se deriva el nombre de Conilón).y

Al Ecuador, el café robusta lo introdujo el INIAP, por semilla, desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, Costa Rica) en 1951, 1964, 1972, 1977 y 1986. La empresa Nestlé introdujo germoplasma de distintos orígenes en la década 1990. La empresa ELCAFÉ introdujo material desde Vietnam, Indonesia, Uganda y Brasil (2009-2010). El café Conilón fue introducido desde Brasil, por INIAP en 1987, PRONORTE en 2006 y ELCAFÉ en 2010.

Selección de clones de café robusta

El COFENAC realizó una selección a nivel de fincas y multiplicó clonalmente los árboles con potencial genético, además, se multiplicaron los materiales genéticos seleccionados en las Estaciones Pichilingue y Napo Payamino del INIAP. En el marco de un convenio entre el COFENAC y la empresa Dublinsa (2007-

2012), se estableció un banco de germoplasma con 32 accesiones, en el Centro Experimental “Isidro Ayora”, donde se realizó la caracterización fenotípica (comportamiento agronómico, reacción frente a los problemas fitosanitarios, productividad, caracteres físicos del grano, organolépticos de la bebida e industriales).

Luego se realizó el análisis genético con el apoyo del INIAP y del CIRAD (Francia). En base de la caracterización fenotípica y análisis genético se identificaron y seleccionaron los árboles “cabeza de clon”: CONERB 01-P17, COF 02-P15-17, COF 04-P18, CONETP 01-P11, COF 05-P02, NP 4024-P15, COF 06 P3-15-17 y COF 01-P2-4 (COFENANC, 2012, p. 111). La Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la calidad del Agro (Agrocalidad, 2012), incluye en la lista de clones de café robusta, los materiales indicados (p. 15) en la que consta los materiales seleccionados por el INIAP y COFENAC. La Universidad de la Península de Santa Elena (UPSE), las empresas Solubles Instantáneos (SICA) y Dublinsa, el INIAP y la cooperativa La Clementina están realizando estudios de selecciones de “cabezas de clon”.

Propagación de genotipos superiores

Los árboles “cabeza de clon” seleccionados se reproducen mediante dos estrategias: a) Multiplicación clonal y b) Por semilla de híbridos compuestos.

Clonación. Es la reproducción asexual de las plantas “cabeza de clon”, en forma convencional mediante el enraizamiento de esquejes o a través del cultivo de tejidos.

Semilla botánica. El uso de semilla botánica obtenida en parcelas de clones de alto valor genético es una estrategia válida siempre que se cumpla con el siguiente protocolo:

- Selección de los árboles “cabeza de clon” por caracterización fenotípica y genotípica.
- Clonación de los árboles “cabeza de clon”.
- Establecimiento de los clones distribuidos en forma aleatoria en parcelas específicas para producir semilla.
- Aislamiento físico (Con linderos arbolados) y espacial (>500 m de cafetales) del jardín de multiplicación para evitar contaminaciones genéticas.
- Tamaño apropiado de las parcelas de clones para que haya abundante emisión y recepción de polen y ocurra una amplia recombinación genética.
- Selección negativa sucesiva de las plantas, del vivero al jardín, eliminándose aquellos individuos que se alejen del fenotipo deseado o muestren vulnerabilidad inaceptable a patógenos o plagas de importancia económica.
- Aplicación sistemática de buenas prácticas agrícolas para que los clones expresen todo el potencial del genotipo.

En el Centro Experimental “Isidro Ayora”, en base de este modelo, se ha formado el híbrido de clones denominado ECUROBUSTA-01. La semilla botánica obtenida corresponde a híbridos (F1) de múltiples cruces entre clones de alto valor genético.

Sistema de investigación y desarrollo cafetalero

Frente a esta problemática, resulta un imperativo: a) transferir las tecnologías disponibles, y, b) generar, validar y diseminar nuevas alternativas para producción y poscosecha. El énfasis de estos procesos debe estar alrededor de los nuevos varietales arábigos y robustas, de alta productividad, adaptados a los distintos agroecosistemas y con cierto grado de resistencia a la roya. Para *impulsar el cambio de la matriz productiva* hay que

integrar a los actores de las cadenas del café, instituciones públicas, empresas privadas y organizaciones de productores, en un *Sistema de Investigación y Desarrollo Cafetalero* teniendo como eje articulador a la universidad ecuatoriana a través de una Red alineada a las políticas de la SENESCYT.

Los proyectos de investigación en ejecución por parte de las empresas: Solubles Instantáneos, Dublinsa, Elaborados ELCAFÉ, Cooperativa la Clementina, Robustasa, Nestlé y otras; así como, los proyectos de la UPSE, ULEAM, ESPAM, UNESUM, UTM, UTB, UNL, UTMachala, Universidad Agraria del Ecuador (UAE) y otras, deben estar articulados en forma dinámica para poder dar respuestas efectivas y rápidas a la demanda nacional. En la Cooperación Internacional ha habido aportes de la Cooperación alemana (GIZ), cooperación belga (CTB), CIRAD-Francia, USAID y Catholic Relief Services (CRS), entre otras.

El INIAP tiene como fines primordiales: *“Impulsar la investigación científica, la generación, innovación, validación y difusión de tecnologías en el sector agropecuario, y producción forestal, en el ámbito de sus competencias”* (Artículo 1 de la Ley Constitutiva del INIAP-reformada en el 2015). Esta institución ha retomado la investigación en café, a nivel de las Estaciones y Granjas experimentales.

Red Universitaria de investigación y desarrollo cafetalero

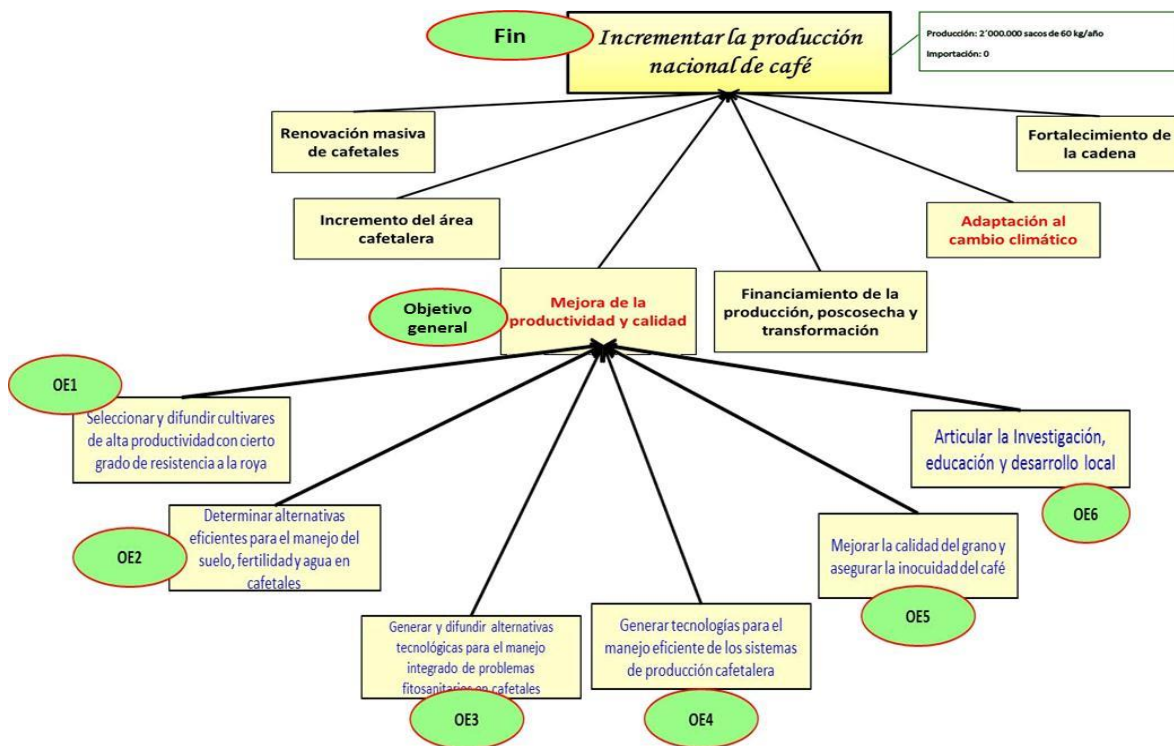
El marco legal está dado, básicamente, en el Artículo 8, literal f, de la Ley Orgánica de Educación Superior, que entre los fines, señala: *“Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional”*.

Varias universidades ecuatorianas están promoviendo la conformación de la Red Universitaria de Investigación y Desarrollo Cafetalero (REDUCAFÉ) con la finalidad de articular la investigación en café arábigo y robusta, incorporar el café en el *currículo* académico y contribuir a la transferencia de tecnología y capacitación a los productores a través de los programas de vinculación con la sociedad.

Las áreas del conocimiento y líneas de investigación estarán enmarcadas en las políticas de la SENESCYT, promoviendo programas y proyectos multidisciplinarios y avanzando hacia la transdisciplinariedad como: *café y salud, café y ambiente, café y turismo, entre otros*.

Los proyectos de cada universidad se enmarcarán en un programa de investigación y desarrollo, contruidos colectivamente con los actores y potenciales cofinanciadores, de acuerdo a las circunstancias agro socioeconómicas de los territorios. Los objetivos propuestos para articular la investigación a través de la REDUCAFÉ se indican en la Gráfico 2.

Gráfico 2. Árbol de objetivos de la REDUCAFÉ.



Fuente: Elaboración Propia.

5. Conclusiones

- La baja producción nacional es el problema central del sector cafetalero, constatándose un déficit de por lo menos 1'400 000 sacos de 60 kilos.
- La baja productividad es un factor causal de la baja producción nacional, situación que exige la intervención dinámica de los actores de investigación cafetalera.
- En el Ecuador se cultivan una amplia gama de variedades arábicas e híbridos derivados del H. Timor e Icatú, destacándose: Sarchimor C-1669, Sarchimor C-4260 y Catimor ECU seleccionados por alta productividad, amplia adaptación y resistencia a la roya.
- Se impulsa la reactivación del café robusta con los clones: CON-ERB-01, COF-02, COF-04, CON-ETP-01, COF-05, COF-06, COF-01, NP-2024 y NP-4024, así como otros genotipos derivados de café Conilón.
- Resulta imperativo: transferir las tecnologías disponibles, así como, generar, validar y disseminar nuevas alternativas para producción y poscosecha.
- Para impulsar el cambio de la matriz productiva hay que integrar a los actores en un Sistema de Investigación y Desarrollo Cafetalero teniendo como eje articulador a la universidad ecuatoriana a través de una Red alineada a las políticas de la SENESCYT.

6. Referencias

Agrocalidad (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). (2012). *Manual de Procedimientos para el Registro y Certificación de Viveros en Café*. MAGAP. Quito, EC. 30 p.

- Anzueto, Francisco. (2013). Estrategias de mejoramiento de café en función de la roya del café (En línea). Consultado 5 Nov. 2014. Recuperado de <http://es.slideshare.net/tvmanejo/estrategias-de-mejoramiento-en-caf>
- Capel, J.; De la Figuera, M.; Franco, R.; Lizarraga, M.; Pérez, J. y Riobó P. (2010). Café y estilo de vida saludable. EDIMSA. Barcelona, España. 143 p. Disponible en: http://www.federacioncafe.com/Documentos/UltimaHora/Publico/LIBRO_CAFE_OK.pdf (Ultimo Acceso: 16 de Diciembre del 2015).
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). (2012). Mejoramiento genético y desarrollo de tecnologías para la producción de café robusta, en el trópico seco del litoral ecuatoriano: Informe Técnico. COFENAC-DUBLINSA. Portoviejo, Ecuador. 179 p.
- Gotteland, M y De Pablo V, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. Revista Chilena de Nutrición. 34(2):105-115. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>. (Ultimo Acceso: 16 de Diciembre del 2015).
- ICO (International Coffee Organization). (s.f.). Historia del Café (En línea). International Coffee Organization (ICO: siglas en inglés). Consultado 26 jun. Del 2015. Disponible en: http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp. (Ultimo Acceso: 16 de Diciembre del 2015).
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2012). Mejoramiento genético del café: Experiencias en el Ecuador (En línea). INIAP. 36 p. Consultado: 5 nov. 2014. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=171&Itemid= . (Ultimo Acceso: 16 de Diciembre del 2015).
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (1987). Primer diagnóstico Cafetero. Programa Nacional del Café. MAG. Portoviejo, Ecuador. 103 p y anexos.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir: 2013-2017. Quito, Ecuador. 594 p.
- Sequeira, C.E. (Ed). (2008). Cultivares de café: Origen, características y recomendaciones. Embrapa Café. Brasilia, Brasil. 334 p.
- Smith, R. (1985). *A history of Coffee*. En Clifford, M. and Willson, K. (Ed.). Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. (pp. 1-12). Connecticut, US. The AVI Publishing Company.
- van der Vossen, H. (1985). *Coffee selection and breeding*. En Clifford, M. and Willson, K. (Ed.). Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. (pp. 48-96). Connecticut, US. The AVI Publishing Company.

EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA EN FRUTO DE CULTIVAR DE ZAPALLO (*cucurbita moschata duch*) UNAPAL-ABANICO 75 EN UN PROCESO DE SELECCIÓN RECURRENTE

Lic. Cristian Camilo Ubaque Pinzón

ccubaquep@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

Phd. Sanin Ortiz Grisales

sortizg@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

Phd. Magda Piedad Valdez Restrepo

mpvaldezr@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

Phd. Franco Alirio Vallejo Cabrera

favallejoc@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

Resumen

Se evaluaron 50 familias de zapallo Unapal Abanico 75, a través de dos ciclos de recombinación y selección según su Tamaño de Planta (TP), Precocidad (Pr), Número de Frutos por Planta (NFP), Productividad por Planta (PP) y Peso Promedio del Fruto (PPF). Sus frutos se caracterizaron morfológicamente por su Peso (P), Altura (A), Diámetro (D), Espesor de Pared (EP), Color de la Pulpa (C) y químicamente según su Materia Seca en Fruto (MSF).

Se seleccionaron las 20 y 10 familias con las mejores características, para utilizarlas en el segundo y tercer ciclo de recombinación y selección, respectivamente. Teniendo en cuenta la MSF, se puede inferir que la metodología mostró buenos resultados, al compararlos con el porcentaje de dicha variable con el que este cultivar fue registrado ante el ICA (26%), ya que en los mejores genotipos seleccionados para el segundo y tercer ciclo se obtuvieron porcentajes del 30,56% y 31,08%, superándolo entre un 4,56% y 5,08% respectivamente.

Palabras claves: Agroindustria, ahuyama, Cucurbita moschata, fitomejoramiento.

Abstract

50 families of Squash Unapal Abanico 75 were evaluate through three cycles of recombination and selection by Plant Size (TP), Precocity (Pr), Number of Fruits per Plant (NFP) Productivity per Plant (PP) and Weight

Average Fruit (PPF). Its fruits are morphologically characterized by their Weight (P) Height (A), Diameter (D) Wall Thickness (EP) Color Pulp (C) and chemically by Dry Matter in Fruit (MSF).

20 and 10 families with the best features were selected for use in the second and third cycles of recombination and selection, respectively. Considering the MSF, can be inferred that the methodology showed good results, when compared with the percentage of the variable of this cultivar registered at the ICA (26%), because the best genotypes selected for the second and third cycle obtained percentages of 30.56% and 31.08%, overcoming it between 4.56% and 5.08% respectively.

Keywords: Agroindustry, breeding, .Cucurbita moschata, squash.

1. Introducción

El zapallo *Cucurbita moschata* Duch. ex Poiret, es una de las especies de hortaliza domesticada más importante en Colombia, teniendo en cuenta su área sembrada equivalente a 3.800 Ha y su producción de 65.000 Ton (FAOSTAT, 2013). Su gran acogida está dada por su versatilidad en el consumo, tanto directo (sopas, cremas, dulces, purés, jugos, pastelería y compotas), como indirecto (materia prima para la agroindustria: harinas y deshidratados); altas calidades alimenticias relacionadas con el contenido de caroteno, ácido ascórbico, minerales y aminoácidos; rusticidad; alto volumen de producción (60 – 100 Ton/Ha) y mercado potencial de exportación, especialmente a los países europeos y de Norte América (Vallejo y Estrada, 2004).

Ya que la demanda de esta hortaliza se encuentra destinada principalmente al consumo directo, su mejoramiento genético se ha encaminado para este fin, dejando a un lado su potencial para fines agroindustriales, haciendo urgente la identificación de genotipos que permitan optimizar su procesamiento poscosecha (Valdés, 2010). Procesos como el deshidratado, requieren que los frutos tengan un alto contenido de materia seca y una alta concentración de compuestos nutricionales en la misma, que eviten altas pérdidas en su manipulación (Ortiz *et al.*, 2008).

Debido a esto, producto del mejoramiento genético surgió el cultivar de zapallo Unapal – Abanico 75, caracterizado por su alto contenido de materia seca en fruto (26%) y alta producción por planta (4 – 5 frutos por planta, con un peso promedio de 5 – 6 Kg, equivalentes a una producción por planta de 29 – 32 Kg), cualidades que lo hacen atractivo para fines agroindustriales, principalmente para su uso como materia prima en la industria de alimentos balanceados para animales (Baena *et al.*, 2010).

Sin embargo, en el fitomejoramiento no se debe sobredimensionar la capacidad de las variedades o híbridos obtenidos y se debe tener en cuenta que este es un proceso de avances progresivos en el que continuamente se deben ofrecer al público cultivares cada vez mejores (Vallejo y Estrada, 2002).

Por lo tanto, es preciso aprovechar la concentración de genes favorables de las características de interés agroindustrial en este cultivar para continuar los procesos de mejora genética a partir del mismo, para así obtener variedades con mayor potencial para su procesamiento por medio de métodos como la selección recurrente, que consiste en un procedimiento cíclico y gradual de selección que busca aumentar la frecuencia de alelos favorables dentro de una determinada población, resultando en una población superior a la original tanto en el valor medio como en el desempeño de los mejores individuos (Zambrano, 2010).

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento del carácter de Materia Seca en el Fruto (MSF) del cultivar de Zapallo Unapal – Abanico 75 en un proceso de Selección Recurrente (SR) de dos ciclos, con el fin de establecer el avance genético con respecto al estado actual de dicha característica de interés agroindustrial.

2. Revisión de Literatura

2.1 Generalidades del género *Cucurbita*

El género *Cucurbita* está compuesto por 12 – 14 especies, distribuidas desde Norte América hasta Argentina, al menos cinco de estas especies fueron domesticadas antes del descubrimiento de América (*Cucurbita moschata*, *Cucurbita máxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita ficifolia* y *Cucurbita argyrosperma*) y nueve especies son consideradas como silvestres (Vallejo y Estrada, 2004).

Es conocido por sus especies cultivadas, las cuales son conocidas en países de habla hispana como “Calabazas”, “Zapallos” y otros múltiples nombres en lengua indígena, mientras que en países anglosajones se les conoce como “squashes”, “pumpkins” o “gourds” (Lira, 1995)

En cuanto a su origen, las especies del género *Cucurbita* provienen del continente americano, principalmente de Centro y Sur América, utilizando como referencia para identificar el posible lugar de origen de cada una de las especies, los restos arqueológicos y su proceso de domesticación (Casseres, 1984).

El género cucurbita se caracteriza por presentar un sistema radical extensivo y profundo; un tallo rastrero, espinoso y generalmente anguloso de una longitud de hasta 12 a 15 metros; tienen hojas simples con 3 o 5 lóbulos que varían en su tamaño con pedúnculos largos y huecos; presentan zarcillos en las axilas de las hojas y generalmente se presentan ramificados; los frutos son variables en cuanto a forma, color, tamaño y textura; con un pedúnculo que varía de acuerdo a la especie pero que por lo general consta de cinco aristas teniendo forma ligeramente redondeada en el punto de inserción del fruto; sus semillas varían en tamaño, forma y color, siendo generalmente deprimidas, elípticas, débilmente aguzadas del lado del hilo, con una testa firme y un embrión largo (Pérez *et al.*, 1998).

2.2 *Cucurbita moschata* Duchesne Ex poir.

Es una especie de tipo rastrero y arbustiva que se cultiva generalmente en zonas de baja altitud, sin embargo, se han adaptado a diferentes pisos térmicos, debido a la siembra en huertos familiares, además de los agrosistemas, de esta manera, han abarcado climas cálidos y húmedos con suelos que varían desde arenosos hasta arcillos (Lira, 1995).

Presenta ciclos cortos de cultivo (5 a 6 meses) con diferentes épocas de floración, tiene flores tipo monoicas, axilares, de corola amarillenta a naranja en el ápice, que se presentan con antesis diurna de acuerdo con la disponibilidad de agua (McGregor, 1976). Su sistema de reproducción es de tipo alógama, sus granos de polen son grandes, pegajosos y pesados transportados por vectores entomófilos principalmente (Chávez, 2001).

En condiciones óptimas de cultivo, proporciona fructificación todo el año, con un promedio de 5 frutos por planta desarrollados a partir del tercer mes después de la siembra (Ríos *et. al.*, 1998). Las semillas suelen ser totalmente blancas o pardo claras, usualmente con el centro blanco-amarillento a pardo claro u oscuro, dorado

a pardo claro u oscuro (Lira, 1995), el contenido de estas oscila entre 100 a 700 semillas por fruto (Lau & Stepheson, 1993).

Comercialmente, es la especie cultivada de mayor importancia, el fruto maduro se consume como verdura y se emplea en la elaboración de distintos productos alimentarios, mientras las semillas, son utilizadas como agente vermífugo, o se consumen tostadas como pasaboca (Hernández & León, 1994).

C. moschata es una de las especies domesticadas más importante para el país; pues, el cultivo se caracteriza por su amplia dispersión, se encuentra en gran parte del territorio nacional (especialmente a nivel de huertos caseros) y se utiliza una gran cantidad de variedades locales, las cuales presentan amplia diversificación en cuanto a tamaño, forma y color del fruto, grosor y textura de la pulpa, color y tamaño de la semilla (Vallejo y Estrada, 2004).

2.3 Cultivar de Zapallo *Cucurbita moschata* Duchesne Ex poir. Unapal Abanico – 75

El cultivar de zapallo UNAPAL – Abanico 75, es una variedad obtenida a través de la selección genética de seis introducciones colombianas de zapallo, , caracterizado por su alto contenido de materia seca en fruto (26%) y alta producción por planta (4 – 5 frutos por planta, con un peso promedio de 5 – 6 Kg, equivalentes a una producción por plata de 29 – 32 Kg), cualidades que lo hacen atractivo para fines agroindustriales, principalmente para su uso como materia prima en la industria de alimentos balanceados para animales (Baena *et al.*, 2010).

2.4 La selección recurrente como método de mejoramiento óptimo para el mejoramiento del Cultivar de Zapallo *Cucurbita moschata* Duchesne Ex poir. Unapal Abanico – 75.

El cultivar de zapallo Unapal – Abanico 75 fue conseguido a partir de la selección de distintas introducciones colombianas con características agronómicas y agroindustriales de interés; éstas fueron autodecundadas, su progeñe sometida a cruzamientos dialélicos, los cuales fueron evaluados en diferentes localidades y finalmente estabilizados genéticamente para la selección del híbrido con el mejor comportamiento (Baena *et al.*, 2010). Por lo tanto, posee una estabilidad en su genotipo que le permite ser utilizado como base para continuar con procesos de mejora.

Los procesos de obtención de cultivares mejorados genéticamente, efectuados por el programa de investigación en hortalizas, se han basado principalmente en los diversos métodos de selección existentes, algo que no es de extrañar al ser el más antiguo y básico método utilizado en los programas de mejoramiento genético vegetal (Gupta, 2009).

En este caso en específico, se utilizaran dos métodos de selección análogos: la selección recurrente y la selección masal. El primero es utilizado generalmente para la obtención de variedades por medio de procesos de mejora tanto de una población en si, como de sus cruces, mientras se mantiene su variabilidad genética (Lopes de Souza, 2011). Este método consiste en un proceso sistemático de selección de individuos dentro de una población genéticamente heterogénea, seguido de la recombinación de los individuos seleccionados para formar una nueva población, que a su vez puede ser utilizada para iniciar un nuevo ciclo de selección (Geraldí, 1997).

El segundo método no difiere mucho del primero y consiste en seleccionar de una población aislada heterocigota y heterogénea una cantidad de plantas agrónomicamente deseables, de las cuales se cosecha su semilla, se mezcla y esta mezcla constituye la semilla para la siguiente generación (Vallejo y Estrada, 2004).

La combinación de estos dos métodos se convierte en una variación del primero que consiste en realizar ciclos de selección a partir de individuos con características deseables, los cuales serán expuestos a un proceso de recombinación y la mezcla de las semillas obtenidas de la misma, será utilizada para iniciar un nuevo ciclo. A esto se le adiciona que el proceso de recombinación será realizado por medio de cruzamientos fraternales dirigidos para asegurar la concentración de genes de interés.

Como ejemplo de la efectividad que tienen los diferentes procesos de selección para la obtención de nuevas variedades, se encuentran los cultivares Unapal Llanogrande y Unapal Dorado, los cuales tienen dentro de sus métodos de mejora genética el proceso de Selección Recurrente (Estrada et al., 2010; Vallejo et al., 2010), cuya eficacia ha sido evaluada con respecto a otros métodos de selección, como lo es en el caso del cultivar de zapallo brasileiro “Piramoita” en el cual se evidenció una mejora significativa con este método a diferencia del método de Single Seed Descent (Cardoso, 2007).

Teniendo en cuenta las características de esta metodología y las particularidades del género *Cucurbita* la selección recurrente ha sido utilizada en múltiples investigaciones como método de para su mejoramiento genético y en otras es recomendado como el mejor método para la concentración de genes favorables después de la obtención de híbridos o variedades, debido a los resultados positivos obtenidos, al utilizarlo para la homogenización y aumento en la media de las características de interés a mejorar (Pérez y Tigreros, 1994; Amariles y López, 1994; Nakamura y Vallejo, 1997; Vallejo et al., 1999; Sánchez et al., 2000; Espitia et al., 2006; Cardoso, 2007; Estrada et al., 2010; Vallejo et al., 2010; Valdez et al., 2013; Ortiz et al., 2014).

3. Metodología

3.1 Localización

El trabajo se llevó a cabo en dos etapas de campo desarrolladas en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, localizado en el municipio de Candelaria a 03°25' Latitud norte y 76° 25' Longitud Oeste, a 980 m.s.n.m. (Ortiz, 2009) y en el Laboratorio Agropecuario Mario Gonzales Aranda, ubicado en el municipio de Palmira a 03° 30' 26.8" Latitud norte y 76° 18' 47.6" Longitud Oeste, 998 m.s.n.m (Valdés, 2010). Las pruebas químicas, se realizaron en el laboratorio de semillas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

3.2 Material Biológico

Se seleccionó como Población inicial (P_0), 71 familias del cultivar de zapallo Unapal – Abanico 75 de la colección de trabajo de *Cucurbita* ssp. del Laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, provenientes de diversos trabajos de investigación realizados desde el año 2010 hasta la actualidad, realizados en diversas localidades y para múltiples finalidades.

Debido a la antigüedad de la semilla de algunas de estas poblaciones, se realizó una prueba de germinación utilizando 515 semillas, variando entre 5 a 10 por familia, dependiendo de la disponibilidad en cantidad de las

mismas. Estas fueron dispuestas en bandejas de germinación de 285 celdas, utilizando como sustrato arena y manteniendo su temperatura entre 20 y 30°C; se utilizará como tiempo mínimo de germinación cuatro días, según la especie (Roa *et al.* 2007). Al cabo de los 4 días se realizó el conteo de semillas germinadas y se obtuvo el porcentaje de germinación, utilizado para descartar aquellas poblaciones con un porcentaje menor al 60%.

De dicho proceso resultaron seleccionadas 50 familias de las cuales se extrajo una cantidad determinada para siembra, de tal forma que permaneciera una reserva.

3.3 Pruebas de campo para la obtención de las Poblaciones del Primer y Segundo Ciclo de Selección y Recombinación genética (C₁, C₂)

Para la primera prueba de campo se distribuyó el terreno bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones con el fin de realizar una estratificación del suelo y disminuir el sesgo por efectos ambientales. Cada uno estuvo compuesto por 5 plantas por familia, lo que conllevó a 750 plantas sembradas en campo.

Estas fueron germinadas previamente en vivero durante 15 días en vasos plásticos con un sustrato de suelo, compost y cascarilla de arroz, cada uno de ellos con dos semillas para un total de 15 vasos por población y 30 plantas posibles.

Al momento de la siembra, se utilizó el segundo criterio de selección al utilizar la planta más vigorosa en el caso de que las dos semillas hayan germinado. Las plantas fueron sembradas a una distancia de tres metros entre surco y tres metros entre planta. Cada familia fue distribuida aleatoriamente dentro del bloque.

Se realizó el protocolo de fertilización recomendado por el Programa de Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de Semillas de Hortalizas. Una vez terminado el ciclo, cuatro meses (120 días) posteriores a la siembra, se realizó la cosecha planta por planta evaluando los siguientes criterios: Tamaño de la Planta (TP) en metros, Precocidad (P) teniendo en cuenta el inicio de floración pistilada (menor a 60 días), Color del Fruto (CF), Numero de Frutos por Planta (NFP), Peso Promedio de los Frutos (PPF) y Producción por Planta (PP) en kilogramos. Esta misma metodología se llevó a cabo para el segundo ciclo de selección, variando el diseño y la cantidad de plantas a sembrar, de acuerdo a los resultados arrojados por las pruebas de laboratorio, en donde se determinó el carácter de mayor importancia para la selección.

3.4 Determinación de materia seca y Selección de Semillas de los frutos obtenidos en C₁ y C₂ en laboratorio

La determinación del contenido de Materia Seca en Fruto (MSF), se llevó a cabo en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, utilizando el protocolo número 934.01 de la AOAC (1990), que consistió en deshidratar tres muestras representativas del fruto en una estufa de aire caliente a una temperatura de 105°C durante 24 horas. Posteriormente se realizó el cálculo mediante la ecuación:

$$\%M.S.F. = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra fresca}} * 100$$

Una vez realizada dicha determinación, se procedió a extraer la semilla de los frutos seleccionados teniendo en cuenta el análisis de los resultados obtenidos tanto de los criterios agronómicos de selección medidos en

campo, como de los porcentajes de MSF. Dicha semilla fue dividida en partes iguales, una para ser almacenada como reserva y la otra para ser llevada a campo al ciclo de recombinación subsiguiente. En este proceso se obtiene información de conformación y características de los frutos, como lo son: Altura (A), Diámetro (D), Espesor de Pared (EP) en centímetros, Color (C) de 1 a 15 en la escala de Roche y Conformación del Fruto (CF).

4. Resultados

En la Tabla 1, se pueden observar los genotipos que presentaron las mejores características tanto agronómicas como agroindustriales en C₁, producto de la expresión fenotípica de las familias que conformaron la P₀. Dichas referencias fueron enlistadas de mayor a menor de acuerdo su contenido de MSF como principal variable tenida en cuenta al momento de la selección. Su semilla fue utilizada para la siembra en campo de C₂:

Tabla 1. Genotipos seleccionados en C1 por sus características agronomicas y agroindustriales deseables.

REFERENCIA	TP (m)	Pr	NFP	PP (kg)	PPF (kg)	P (kg)	A (cm)	D (cm)	EP (cm)	C	MSF (%)
AB-62-B1-P5-F1	1,8	NO	4	8,66	2,17	2,672	13,00	19,00	5,00	14	30,568
AB-68-B3-P2-F1	...	SI	3	5,18	1,73	2,007	11,00	19,00	3,00	8	29,879
AB-42-B3-P1-F1	...	SI	4	3,88	0,97	9,040	8,00	13,00	3,00	7	29,073
AB-62-B1-P5-F2	1,8	NO	4	8,66	2,17	2,627	13,00	19,00	5,00	13	28,633
AB-68-B3-P3-F2	...	SI	2	4,68	2,34	2,051	12,00	17,30	3,00	8	27,938
AB-42-B1-P3-F2	...	SI	4	3,88	0,97	2,398	12,00	18,00	4,00	10	27,422
AB-68-B3-P3-F1	...	SI	2	4,68	2,34	2,431	12,50	17,00	4,00	8	26,248
AB-26-B1-P5-F1	...	SI	4	4,82	1,96	2,656	16,50	17,00	3,00	10	25,984
AB-10-B2-P5-F1	2,4	NO	5	11,1	2,22	2,555	12,00	20,00	3,00	11	25,922
AB-12-B2-P5-F1	1,9	SI	4	7,96	1,99	2,277	16,00	15,00	3,00	10	25,083
AB-21-B3-P4-F2	1,8	NO	5	9,64	1,93	2,098	14,00	17,00	3,00	8	24,808
AB-69-B2-P3-F2	2,3	SI	5	10,24	2,05	1,992	16,50	16,00	3,00	8	24,530
AB-68-B3-P2-F2	...	SI	3	5,18	1,73	1,643	11,00	15,00	3,00	9	24,501
AB-22-B2-P5-F1	1,8	NO	3	5,36	1,79	1,954	11,00	18,00	4,00	10	24,439
AB-26-B1-P4-F1	...	SI	3	7,6	2,53	2,857	15,00	19,00	4,00	10	24,374
AB-63-B2-P1-F1	...	SI	3	6,5	2,17	2,984	15,00	17,00	4,00	9	24,321
AB-26-B1-P1-F1	2	SI	6	11,12	1,85	2,176	14,00	17,00	3,00	8	24,284
AB-12-B2-P2-F2	1,9	SI	3	7,92	2,64	2,936	16,00	18,00	4,00	10	24,225
AB-60-B1-P3-F1	1,6	SI	5	11	2,2	2,666	12,00	18,00	4,00	8	24,213
AB-37-B3-P1-F2	2,2	SI	7	9,5	1,36	1,432	12,00	15,00	3,00	10	24,212

(...) Dato no recoletado en campo

Esta población se caracterizó por poseer un TP entre 1,8 y 2,4 metros, un predominio de plantas precoces (Pr), un NFP entre 2 y 7 frutos, una PP entre 3,88 y 11,12 kilogramos, un PPF entre 0,97 y 2,54 kilogramos, una A de 8,00 a 16,5 centímetros, un D entre 15,00 y 20,00 centímetros, un EP de 3,00 a 5,00 centímetros, un C entre 7 y 13, y un porcentaje de MSF entre 24,212% y 30,568%.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los genotipos con un comportamiento sobresaliente en el ámbito agronómico y agroindustrial, que representan la expresión fenotípica de los genotipos seleccionados a partir de la población de C₁. Nuevamente se enlistan dichas referencias de mayor a menor, teniendo en cuenta su proporción de MSF. Su semilla será utilizada en un tercer ciclo de recombinación y selección (C₃).

Tabla 2. Genotipos seleccionados en C2 por sus características agronomicas y agroindustriales deseables.

REFERENCIA	PLANTA	FRUTO	TP (m)	Pr	NFP	PP (kg)	PPF (kg)	P (kg)	A (cm)	D (cm)	EP (cm)	C	MSF (%)
18	4	2	2,50	no	7	12,40	1,77	2,210	13,5	17,50	3,5	11	31,081
10-P3X2-P7	3	UNICO	1,40	si	4	3,50	0,88	1,425	10,0	15,50	3,0	10	30,654
20	5	1	2,30	no	5	9,30	1,86	2,262	13,0	17,50	4,5	12	30,126
20	5	2	2,30	no	5	9,30	1,86	1,720	13,5	16,00	5,0	11	28,534
18	13	2	2,60	no	5	7,90	1,58	1,931	13,5	16,50	3,0	11	28,023
13	8	2	3,00	no	6	15,15	2,53	3,211	13,0	22,50	4,0	11	27,847
16	11	1	2,15	no	4	6,60	1,65	1,813	10,5	16,50	3,0	10	27,044
3	5	1	1,90	no	4	4,75	1,19	1,518	12,0	16,50	3,5	10	26,977
8	16	1	2,80	no	5	12,10	2,42	2,843	14,0	19,50	4,0	11	26,449
1-P3X1-P3	3	UNICO	2,38	no	3	5,15	1,72	1,973	13,5	16,00	4,0	9	24,989

Para esta población se registraron TP entre 1,40 y 3,00 metros, una disminución en la presentación de plantas precoces (Pr), un NFP entre 3 y 7 frutos, una PP entre 3,50 y 15,15 kilogramos, un PPF entre 0,88 y 2,53 kilogramos, una A entre 10,0 y 14,0 centímetros, un diámetro entre 15,50 y 22,50 centímetros, un EP entre 3,0 y 5,0 centímetros, un C entre 9 y 12 y un porcentaje de MSF entre 24,989% y 31,081%.

En la Figura 1, se presentan los registros fotográficos de los frutos con mejor comportamiento en el contenido de MSF.

Figura 1. Registro fotográfico de los frutos de las referencias AB-62-B1-P5-F1 y AB-18-P4-F2 con los mejores registros de MSF en C1 y C2, respectivamente.



Fuente: La Investigación.

5. Conclusiones

De dichos resultados se puede decir que las variables agronomicas que se vieron influenciadas de forma positiva en el proceso de selección recurrente fueron los NFP y la PP. Mientras que la variable PPF no tuvo una influencia apreciable. Las variables TP y Pr se vieron influenciadas negativamente, lo que supone una mayor extensión por parte de la planta y un mayor número de días de periodo de cultivo, respectivamente.

En cuanto a la parte agroindustrial, durante este proceso se destacan como resultados la obtención de genotipos con un alto contenido de MSF, teniendo como referencia el porcentaje de materia seca con el cual fue registrado este cultivar ante el ICA, que fue de 26%. Para este caso, en el primer ciclo se seleccionaron familias con un contenido entre 24,21% y 30,56%. Mientras que, para el segundo ciclo, se obtuvieron genotipos entre el 24,99% y 31,08%, que demuestran la eficacia de la metodología utilizada.

Como conclusiones se puede inferir que:

- Se logró evaluar el comportamiento de la Materia Seca en Fruto del Cultivar de Zapallo Unapal Abanico 75, al ejecutarse los dos ciclos de selección recurrente previstos con la obtención de resultados de campo y laboratorio.
- Se logró evaluar y comparar el avance del aumento de la MSF en los dos ciclos de selección recurrente ejecutados, teniendo en cuenta los resultados de campo y de laboratorio registrados.
- Se logró generar semilla de la clase genética de los genotipos seleccionados con miras a continuar con un tercer ciclo de selección recurrente y posteriormente con un ciclo de evaluación de los tres ciclos realizados comparándolos con el cultivar en mención, en la característica de interés.

Esto supone la posible obtención de una nueva variedad en futuros procesos de mejora genética, que permitirá aumentar la eficacia en el rendimiento de procesos poscosecha, principalmente para la producción de harinas y deshidratados, para la agroindustria de alimentos balanceados para animales (ABA).

6. Referencias

- Amariles, C.A y Lopez, A.J. (1994). Aumento, caracterización, evaluación y selección de poblaciones promisorias de 50 accesiones de zapallo, Cucurbita spp. Tesis de Ingeniería agronómica Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 162 p.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official methods of analysis. 15th Edition. Arlington, Virginia.USA.
- Baena D., Ortiz S., Valdés M.P., Estrada E. y Vallejo F, (2010). UNAPAL-Abanico 75: nuevo cultivar de zapallo con alto contenido de materia seca en el fruto para fines agroindustriales. Acta Agronómica 59 (3), 285-292 p.
- Cardoso, A.I. (2007). Seleçãõ Visando ao aumento de produtividade e qualidade de frutos em abobrinha 'Piramoita' comparando dois métodos De Melhoramento. Bragantia, Campinas, 66 (3): 397-402.
- Casseres, E. (1981). Producción de hortalizas. 3º Ed. Instituto americano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 387 p.
- Chavez, C. (2001). Polinización en Cucurbitáceas. Rev. INIFAP-SAGAR Capitulo número 23. Hermosillo, Sonora, México.
- Espitia, M; Vallejo, F.A y Aramendiz H. (2006). Evaluación agronómica de siete híbridos experimentales F1 de zapallo (Cucurbita moschata DUCH. EX POIR). Temas Agrarios, 11 (1): 32 - 42.
- Estrada, E. I., Vallejo, F. A., Baena, D., Ortiz, S., Zambrano, E. (2010). Unapal-Llanogrande, nuevo cultivar de zapallo adaptado a las condiciones del valle geográfico del río Cauca, Colombia. ACTA AGRONOMICA. 59 (2), p 135-143.

- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Producción de cultivos de zapallo [Material numérico en Excel]. [Consultado: 15 de Julio de 2013. Disponible en: < FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Producción de cultivos de zapallo [Material numérico en Excel]. [Consultado: 23 de Septiembre de 2013; 5:17 pm]. Disponible en: http://faostat3.fao.org/home/index.html#SEARCH_DATA
- Geraldi, I. O. (1997). Capítulo 1. Selección recurrente en el Mejoramiento de Plantas. Selección recurrente en arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Cali, Collombia. 3 -12 p.
- Gupta, P. K. (2009). Plant Breeding. Global Media. Meerut, IND. 133 p.
- Hernández, J. E. & León, J. (1994) Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant Production and Protection Series, No. 26. FAO, Roma, Italia. 341 p.
- Lau, T. C. & Stepheson, A. G. (1993). Effects of soil nitrogen on pollen production, pollen grain size and pollen performance in Cucurbita pepo (Cucurbitaceae). Rev. American Journal of Botany, Vol. 80, número 7, p. 763 - 768.
- Lira, R. (1995). Estudios Taxonómicos y Eco geográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de Importancia Económica. Roma, Italia: International Plant Genetic Resources Institute. 380 p.
- Lopes de Souza, C. (2011). Cultivar development of allogamous crops. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Brazilian Society of Plant Breeding, Brazil. S1: 8-15 p.
- McGregor, S.E. (1976). Vegetables for Seed and Fruit Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Capítulo 6. Pág. 130.
- Nakamura, G.P y Vallejo, F.A. (1997). Estabilización genética de una población híbrida de zapallo (Cucurbita maxima var. Zapallica x Cucurbita moschata var. Piramoita): Avance hasta la generación F4 y selección. Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Ortiz, G. S., Bastidas, L. V., Ordoñez, G. A., Valdés, M. P., Baena, D., Baena G. D., Vallejo C. F.A. (2014). Endocría y Acción Génica para el Contenido de Almidón en Semilla de Zapallo (Cucurbita moschata). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 67(1): 7169-7175
- Ortiz, G. S., Sánchez L. J., Valdés R. M. P., Baena G. D., Vallejo C. F.A. (2008). Retención de caroteno total en fruto de zapallo Cucurbita moschata Duch. acondicionado por osmodeshidratación y secado. Acta Agronómica Vol. 57; No. 4. 269-274.
- Pérez, G. M., Márquez, S. F., Peña, L. A. (1998). Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. 2ª Ed. Mundi Prensa, México. 380 p.
- Pérez, R.A y Tigreros, E.H. (1994). Selección y evaluación de una población promisoría de zapallo. Tesis de Ingeniería agronómica Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 103 p.

- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh K., Novell, D., Larinde, M. (2007). Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma No. 8. Biodiversity International, Roma, Italia.
- Rios, H.; Fernandez, A.; Casanova, E. (1998). Tropical pumpkin (*Cucurbita moschata*) for marginal conditions: breeding for stress interactions. Plant Genetic Resources Newsletter, Bulletin des Ressources Phytogenetiques IPGRI/FAO. 1020-3362, (no.113) p. 4-7
- Sanchez, M. A.; Villanueva, C.; Sahagun, J.; Channing, L. (2000). Variación genética y respuesta a la selección combinada en una variedad criolla de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber var. *stenosperma*). Revista Chapingo Serie Horticultura 6(2): 221-240.
- Valdés M. P. (2010). Evaluación de poblaciones de zapallo (*Cucurbita moschata*) por caracteres de importancia agroindustrial. Acta Agronómica, Palmira. 29 (1), 91-96 p.
- Valdés, M. P.; Ortiz, S.; Vallejo, F. A.; Baena, D. (2013). Estabilidad fenotípica de caracteres asociados con la calidad del fruto del zapallo (*Cucurbita moschata* Duch.). Agronomía Colombiana 31(2), 147-152
- Vallejo F., Baena, D., Ortiz, S., Estrada, E. I. y Tobar D. (2010). Unapal-Dorado, nuevo cultivar de zapallo con alto contenido de materia seca para consumo en fresco. Acta Agronómica 59 (2).
- Vallejo, F. A., Estrada, E. I. (2002). Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 402 p.
- Vallejo, F. A., Estrada, E. I. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 347 p.
- Vallejo, F.A; Estrada, E.I; Baena, D; García, M.A. (1999). Nuevo cultivar de zapallo, *Cucurbita moschata*, adaptado a las condiciones del Valle del Cauca Colombia: UNAPAL-BOLO VERDE. En. Acta Agronómica 49(3-4): 7-9 p.
- Zambrano, E. (2010). Mejoramiento genético de zapallo *Cucurbita moschata*: obtención de un nuevo cultivar con fines de consumo en fresco adaptado a las condiciones del Valle del Cauca. Tesis de Grado para OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGISTER EN CIENCIAS AGRARIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, PALMIRA. 107 P.

EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL MULCH NATURAL, BAGAZO DE MAÍZ (*ZEA MAYS L.*), BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM L.*), VICIA (*VICIA SATIVA L.*), Y AVENA (*AVENA SATIVA L.*) SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA L.*) EN EL CAMPUS QUEROCHACA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Msc. Marco Pérez Salinas

Mo.perez@uta.edu.ec

Universidad Técnica de Amabato, Ecuador

Ing. Johanna Frutos Pinto

vanekeya@hotmail.com

Universidad Técnica de Amabato, Ecuador

Msc. Cristian Pérez Salinas

cris_fps@hotmail.com

Universidad Técnica de Amabato, Ecuador

Resumen

El propósito de la investigación fue determinar el efecto de cuatro mulch orgánicos, para reducir el apareamiento de malezas así como la producción y rendimiento del brócoli variedad Avenger, se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, a 2850 msnm., en Cevallos - provincia de Tungurahua 01°24'00" S y a 78°35'00 O. Se utilizó un DBA con 4 tipos de mulch, bagazo caña, bagazo maíz, vicia, avena y un testigo con 3 repeticiones. Se efectuó el ADEVA, pruebas de significación de Tukey al 5% y el análisis económico RBC. Se determinó que mulch de caña tiene mejor control de malezas con una biomasa de 1.94 kg/parcela y mulch de vicia el mejor tratamiento para rendimiento de brócoli (0.89 kg/pella).

Palabras clave: Mulch, Suelo, Malezas, Producción, Humedad.

Abstract

The purpose of the research was to determine the effect of four organic mulch, to reduce the appearance of weeds and the production and yield of broccoli variety Avenger, was held at the Technical University of Ambato, at 2850 meters above sea level, in Cevallos – Tungurahua 01°24'00" S y a 78°35'00 W. DBA was used with 4 types of mulch, sugarcane bagasse, bagasse corn, vetch , oats and a control with 3 replications. The ANOVA , Tukey tests of significance 5% RBC and economic analysis was performed. It was determined

that (*Saccharum officinarum* L.) mulch has better control of weeds with a biomass of 1.94 kg/piece of ground and (*Vicia sativa* L.) mulch the best treatment for yield of broccoli (0.89 kg / pellet).

Key words: Mulch, Soil, Weeds, Yield, humidity.

1. Introducción

El mulch es una cubierta de origen inorgánico u orgánico que proporcionan diferentes usos. El orgánico de origen vegetal al pasar el tiempo libera lentamente nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Su uso además incorpora materia orgánica en el suelo, la disponibilidad de fósforo y potasio intercambiable, mejoran la porosidad y capacidad de retención de humedad. También las cubiertas estimulan el crecimiento de las poblaciones de microorganismos (DUDA, Gustavo Pereira et al, 2003); y algunos de ellos estimulan el crecimiento de las plantas y/o suprimen patógenos que atacan a la raíz y evitan la emergencia de malezas. (Reyes y Alarcón, 2008).

2. Revisión de la literatura

Por otra parte Zribi, et al. (2011), señalan que el acolchado orgánico reduce la evaporación directa del agua desde la superficie del suelo, manteniendo mayor humedad, favoreciendo la estabilidad estructural y fertilidad del suelo, reduciendo la evapotranspiración y salinización del suelo, permiten reducir o incluso eliminar la aplicación de productos químicos para las malas hierbas. A la vez Eugeniusz y Katarzyna (2013), mencionan que el acolchado puede controlar plagas, así como disminuir la necesidad de aplicaciones de fertilizantes. Así, la aplicación común de este sistema de cultivo necesita más estudios intensivos sobre la selección de las especies deseables como mulch, adaptadas a las condiciones de clima y suelo locales.

3. Metodología

La investigación es cuantitativa, modalidad experimental, se realizó en la Universidad Técnica de Ambato a 2850 msnm, coordenadas geográficas son: 01°24'00" S y a 78°35'00 W. Se practicó mínima labranza, se realizó análisis del suelo, es un suelo franco-arenoso con 4.5% de M.O. y pH 6.49, durante la investigación se obtuvieron promedios de 14.27 °C, 70.87 % HR., 44.06 mm de precipitación, 3.2 m/s velocidad del viento. Se hacen cuatro tratamientos con cuatro mulch orgánicos bagazo de caña de maíz y caña de azúcar, vicia, avena y un testigo sin mulch, total 5 tratamientos con 3 repeticiones. El área neta por parcela es de 4.48 m², con total de 15 parcelas separadas a 1 m entre ellas, se trasplantaron 40 plantas por parcela (0.4 m x 0.7 m), se colocó el riego por goteo, se realizaron controles preventivos de plagas y enfermedades con productos ecológicos, se tomaron datos de los parámetros a analizar a los 30-60-90 días después del trasplante, se tabularon y se analizaron los datos, para finalmente interpretarlos.

4. Resultados

a. **Análisis de resultados**

Luego de procesados los datos con el programa INFOSTAT , en cuanto a longitud radicular podemos observar que el tratamiento mulch de vicia es el mejor tratamiento con un valor de 22.8 cm de longitud, en tanto que el mulch de caña de azúcar es el que menor valor presenta con 13.08 cm, en lo que se refiere a volumen radicular de la misma manera el mulch de vicia presenta un valor de 227 cm³ siendo el valor más alto, en cambio con 126.67 cm³ es el valor más bajo correspondiente a caña de azúcar, para la variable días al apareamiento de la pella notamos que en el tratamiento con mulch de vicia las pellas aparecieron a los 63 días promedio, en cambio el tratamiento que tuvo un período más largo es el de caña de azúcar con 83 días promedio, con respecto a peso y rendimiento de igual manera el tratamiento con mulch de vicia alcanzaron mayores valores con 0.89 kg y 31.76 tn/ha respectivamente, y los resultados más bajos se presentaron con el mulch de caña de azúcar con 0.22 kg y 7.85 tn/ha respectivamente.

Cuadro 1. Cuadro de resultados

Tratamientos	Longitud radicular	Volumen radicular	Días aparecer pella	Peso Pella	Rendimiento	diámetro pella	Biomasa malezas	pH
	roots length	root volume	days to appear pellet	pellet weight		pellet diameter	weed biomass	
	cm	cm ³	Días	kg		cm	Kg	
Testigo Control	15,32 (0.57)	141,33 (6.80)	78 (0.71)	0,39 (0.40)	13,93 (0.40)	11,14 (2.32)	6,9 (1.14)	7,3
Maíz Corn	16,05 (0.40)	150,17 (5.38)	73 (0.89)	0,32 (0.09)	11,42 (0.09)	11,07 (1.56)	2,75 (0.81)	8,2
Vicia Vetch	22,88 (0.56)	227 (4.00)	63 (0.82)	0,89 (0.15)	31,76 (0.15)	22,07 (3.07)	2,42 (0.25)	6,8
Avena oats	17,33 (0.62)	170,33 (6.53)	66 (0.87)	0,5 (0.21)	17,85 (0.21)	16,63 (4.31)	3 (0.70)	6,9
Caña de azúcar sugar cane	13,08 (0.33)	126,67 (4.13)	83 (0.89)	0,22 (0.09)	7,85 (0.09)	10,55 (1.84)	1,94 (0.93)	8,3

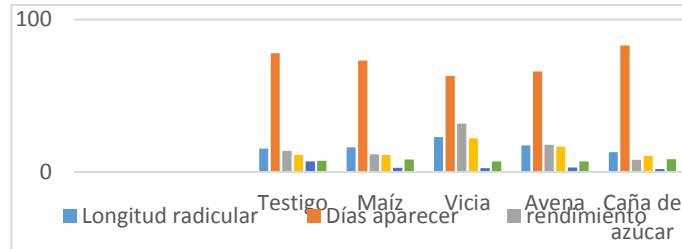
Fuente: Johanna Frutos – Marco Pérez – Cristian Pérez (2015)

Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar

En cuanto al peso de malezas presentes, podemos ver que en el testigo se alcanzó un peso promedio de 6.9 kg por parcela (11.2 m²), en cambio en el tratamiento de mulch caña de azúcar se presentó 1.94 kg por parcela, siendo la que menos malezas aparecieron, seguido del mulch de vicia, podemos corroborar lo expresado por Teasdale et. al (2003), expresan que la liberación de los compuestos fitotóxicos de residuos de cultivos de

cobertura cuando la cubierta se encuentre fresca y se aplica inmediatamente al suelo, puede inhibir el crecimiento del hipocótilo, evitando la aparición de malezas. En cuanto al ph del suelo podemos notar que en el mulch de vicia al final de la investigación fue de 6.8 que es el rango adecuado para los cultivos y para la absorción de nutrimentos, por su parte en el tratamiento con mulch de caña se tuvo un valor de pH 8.3 que es un suelo básico, lo que pudo haber influido en los resultados.

Gráfico 1. Dinámica de evolución del brócoli / Dynamic evolution of broccoli



Fuente: Johanna Frutos – Marco Pérez (2015)

En el gráfico podemos observar la dinámica de los crecimientos y pesos presentados en cada tratamiento, por lo que vemos que el tratamiento con vicia fue el que mejor comportamiento presento, y el mulch con caña de azúcar en cambio fue el que más bajos valores presentaron, a excepción del control de salida de malezas que en cambio el mulch de caña de azúcar mejor resultados presento al valorar la biomasa de las malezas presentes en las parcelas.

5. Discusión y conclusiones

La utilización de mulch vicia (M2) produjo los mejores resultados. Seguidos de los tratamientos con mulch de avena (M3), Maíz (M1), Testigo (Mo) y caña de azúcar (M4). En el tratamiento M2 las plantas alcanzaron mayor crecimiento, los parámetros biométricos evaluados. Longitud radicular (22,88 cm), volumen radicular (227 cc), número de hojas (21,47 hojas), longitud del tallo (14,27 cm), calibre del tallo (4,21 cm), peso de la pella (0,890 kg), diámetro de la pella (22,07 cm), días a la aparición de la pella (63,13 días). Además la RBC fue 37,50 USD en 33,6 m² /parcela, llevado a hectárea dio 11.160,71 USD, menos 30% de caminos nos da un total de 7812,50 USD / ha. En el mulch caña azúcar se evidenció menos apareamiento de malezas con un peso de 1.94 kg/parcela, y en cuanto al pH final del suelo en el mulch de vicia tenemos 6.8 que es un rango adecuado para el cultivo para asimilar nutrientes y poder crecer, además se evitó erosión eólica e hídrica, se optimizó el recurso hídrico, se redujo el uso de fertilizantes sintéticos en 25%, se mejoró microfauna benéfica en el suelo.

6. Referencias

Alzugaray, P., Haase, D y Rose, R. (2014): “Effects of preplanting root volume and fertilization rate on field performance of 1+1 Douglas-fir” (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) seedlings. *Bosque*. 25(2): 17-33.

Cárdenas, J. (2009). *Malezas de la Sierra. Guía de Identificación en el campo*. Quito, Ecuador. 217 p.

- Choi, H. S., Rom, C., Kim, W. S., Choi, K. J., Lee, Y. (2010). Effect of Organic Fertilizer and Mulch Sources on Growth and CO₂ Assimilation in MM. 106 Apple Trees. *Korean Journal of Organic Agriculture*.
- Cifuentes, A. (2014). *Evaluación de tres niveles de Fertibigue en el rendimiento del cultivo orgánico de brócoli (brassica oleracea var. italica. cv. mónaco)*. (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador. 102 p.
- DeGregorio, R. E., Ashley, R. A. (1986). Screening living mulches/cover crops for no-till snap beans. In *Proc. Northeast. Weed Sci. Soc* (Vol. 40, pp. 87-91).
- Duda, Gustavo Pereira, Guerra, José Guilherme Marinho, Monteiro, Marcela Teixeira, De-Polli, Helvécio, Teixeira, Marcelo Grandi. (2003). Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agricola*, 60(1), 139-147. Retrieved November 24, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162003000100021&lng=en&tlng=en.
- Eugeniusz, K y Katarzyna, A. 2013. Living mulches in vegetable crops production: perspectives and limitations. Wroclaw University of Environmental and Life Sciences. 127-142.
- Ganter, A., Montalba, R., Rebolledo, R., Vieli, L. (2013). Efecto del uso de cubiertas plásticas sobre las comunidades de carábidos (Coleóptera: Carabidae) en un huerto de arándanos bajo manejo orgánico. *Idesia (Arica)*, 31(4), 61-66.
- Linares, J. C., Vera, Y. K. (2009). Efecto de la Asociación de los Cultivos de Cobertura (Lablab purpureus y Sorghum bicolor) en la Supresión de Malezas y la Materia Orgánica del Suelo. *Cadernos de Agroecología*, 4(1).
- Reyes, J. Alarcón, A; 2008. Uso de coberteras en el cultivo de aguacate (Persea americana Mill): efectos en nutrición y fitosanidad. (en línea). Consultado 30 mar. 2015. Disponible en http://209.143.153.251/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1997/ecol_1_97.pdf
- Sobrero, M. T., Chaila, S., Parra, M. V., Trejo, D., Feil, W. (2013). Empleo de coberturas para el control de malezas en el cultivo de algodón. *cultivos de cobertura*, 170.
- Teasdale, J; Shelton, D; Sadeghi, A y Isensee, A. 2003. Influence of hairy vetch residue on atrazine and metolachlor soil solution concentrations and weed emergence. *Weed Sci*. 51:628-634.
- Zribi, W; Faci, J; Aragüés, R. 2011. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. (en línea). Consultado 30 mar. 2015. Disponible en http://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1796/1/2011_411.pdf

PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS DE PEPINO Y TOMATE EN FUNCIÓN AL VOLUMEN DE LA CELDA Y EL MEDIO DE CULTIVO, AJUELA, COSTA RICA

Lic. Francisco Angulo Sibaja
frangas09@gmail.com
Universidad de Costa Rica

Msc. Carlos Méndez Soto
carlos.mendez@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica

Phd. Paul Esker
paul.esker@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica

Resumen

Con el objetivo de mejorar las prácticas agrícolas aplicadas a las plántulas de almácigo para asegurar la supervivencia y productividad de los cultivos en campo, se llevó a cabo la presente investigación para evaluar el efecto de las prácticas de manejo: tamaño del contenedor y sustrato, en la calidad hortícola de los almácigos de pepino y tomate, en los invernaderos de la empresa "Almatropic S.A.", en San Rafael de Alajuela. Para ello se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas y cinco repeticiones en todos los ensayos, donde la parcela grande fue el tratamiento (tamaño del contenedor y sustrato) y la parcela pequeña fue la época de evaluación; se utilizaron las variables de respuesta: altura de la parte aérea, diámetro del cuello de la raíz y la relación entre la altura y el diámetro (índice de etiolación), además se evaluó el área foliar y el peso seco aéreo y radical de las plántulas. Entre los principales resultados obtenidos, el efecto del tamaño del contenedor en pepino y tomate se expresa por la densidad de siembra más que por el volumen del recipiente, ya que a mayor densidad de plantas por bandeja, se generó una mayor competencia entre las plántulas. Con respecto al ensayo de sustratos, el cultivo de pepino no manifestó una respuesta positiva al adicionar abono orgánico a la mezcla con las materias primas por su ciclo tan corto, mientras que en tomate si se obtuvo un mayor vigor de las plántulas.

Palabras claves: Hortalizas, almácigo, tamaño de contenedor, sustrato, calidad.

Abstract

With the objective of improving agricultural practices applied to seedlings of seedling nurseries to ensure the survival and productivity of the crops in the field, the present research was carried out to evaluate the effect of management practices: container size and substrate, in the quality of horticultural seedlings of cucumber and tomato in the greenhouses of the company "Almatropic S.A.", in San Rafael de Alajuela. To do that, we used an experimental design of a randomized complete block with a split-plot arrangement and five repeats in all tests, where the big plot was the treatment (container size and substrate) And the small plot was the time of evaluation; we used the response variables: height of the aerial part, neck diameter of the root and the relationship between the height and diameter (index of etiolation), in addition, it assessed the leaf area and dry

weight air and radical of the seedlings. Among the main results obtained, the effect of the size of the container in cucumber and tomato is expressed by the planting density rather than the volume of the container, since the higher density of plants per tray, generated a greater competition among the seedlings. With regard to the test of substrates, the cultivation of cucumbers did not express a positive response when adding compost to the mixture with the raw materials for its cycle as short, as long as that in tomato if it was obtained a greater force of the seedlings.

Keywords: Vegetables, nursery, container size, substrate quality.

1. Introducción

Los cultivos de tomate y pepino tienen una amplia importancia socioeconómica, alimentaria y agrícola, ya que están asociadas a la dieta del hombre desde épocas remotas y han sido una fuente de empleo directo e indirecto para muchas personas en el país, por tal motivo el avance e innovación en su producción es fundamental para mantener la eficiencia de este sector, y una de las principales áreas de mejora y desarrollo ha sido la tecnología de almácigos.

En este sentido, los cultivos a partir de almácigos contribuyen a reducir los costos de producción y a aumentar el rendimiento en campo, además de ser una alternativa excelente para crear un ambiente de protección ante las adversidades del clima y poder aislar en mayor grado la plántula de plagas y enfermedades.

Por tal motivo, el estudio en los almácigos va dirigido en desarrollar una mayor calidad morfológica de las plántulas, la cual se considera como un conjunto de caracteres de naturaleza cualitativa y cuantitativa que tienen que ver con la forma y la estructura de la planta y se relaciona con las prácticas empleadas para la producción del almácigo. De allí que dos de las prácticas estudiadas que inciden sobre las plantas son el tamaño del contenedor y el sustrato, por lo que el objetivo fue evaluar el efecto de estas dos prácticas en el desarrollo del almácigo, de dos cultivos hortícolas; pepino y tomate, para mejorar la calidad de la plántula de trasplante.

2. Revisión de la literatura

La tecnología de almácigos, modificó los procesos de producción de las hortalizas, dándose el paso del trasplante a raíz desnuda en campo abierto, a la técnica de trasplante con adobe y producido en ambiente protegido, modificación que permitió controlar, de una forma más adecuada, el crecimiento de las plántulas mediante el manejo de la luz, riego y nutrición (Cerny, Rajapakse, y Rieck, 2004).

La ausencia de investigación local sobre el manejo de almácigos, hace que la toma de decisiones se base en aspectos económicos más que en agronómicos, como consecuencia, no se toman las medidas adecuadas para lograr un buen desarrollo y calidad de las plántulas (Verhagen, 1997).

El tipo de contenedor, somete a las plantas a restricciones fisiológicas y morfológicas en respuesta a la reducción del volumen de enraizamiento, lo que puede afectar la calidad y el rendimiento del trasplante, por lo que la decisión del tamaño de la celda a utilizar, está enfocado en la respuesta del crecimiento y desarrollo de las plantas a este factor (Nesmith y Duval, 1998).

La elección de un sustrato de calidad es fundamental, debido a que el volumen del contenedor es limitado, el sustrato debe de poseer características físicas y químicas que permitan un adecuado crecimiento (Cabrera, 1995). Debido a esto, la disponibilidad y el costo / beneficio de producción ó traslado de las materias primas, ha generado la búsqueda de alternativas que cumplan con los requerimientos necesarios (Cruz, et al, 2012).

3. Metodología

El presente trabajo se realizó en los invernaderos para la producción de almácigos de hortalizas de la empresa Almácigos tropicales “ Almatropic S.A.” en San Rafael de Alajuela, a una latitud norte de 9°58’21.32” y una longitud oeste de 84°12’20.63”, a una altura de 875 metros sobre el nivel del mar. La evaluación del material vegetal se realizó en el laboratorio del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (E.E.A.F.B.M), de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias, de la Universidad de Costa Rica

Para cada ensayo, las semillas se sembraron de forma manual, a una semilla por celda y a un centímetro de profundidad. Posteriormente, las bandejas se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura entre 30-35 °C y una humedad relativa entre 60-80 % por 48 horas para pepino y 72 horas para tomate. Luego de la germinación, las bandejas se trasladaron al invernadero.

La fertilización se aplicó en el agua de riego y de manera homogénea para todos los tratamientos y cultivos. Se utilizó un dosificador hidráulico proporcional Dosatron D8R-40 a una tasa de inyección de 1:200 con una solución madre concentrada de 200 g/l, y se aplicó entre dos a tres riegos por aspersión por día, de acuerdo a las condiciones del clima. La fertilización se complementó con aplicaciones foliares de micronutrientes y calcio.

Durante el ciclo de almácigo, en el invernadero, la temperatura promedio fue de 24,7 °C, la humedad relativa promedio fue de 75,2 %, y la radiación solar incidente dentro del invernadero fue de 329,7 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{s}$. Para evitar una radiación excesiva en la etapa de emergencia, se colocaron las bandejas bajo pantallas de sombreo de interior de un 40 % de paso de luz.

3.1 Ensayo 1. Evaluación del efecto del tamaño del contenedor en el desarrollo de los trasplantes

Se evaluó la respuesta del almácigo de pepino y tomate al crecimiento en cuatro tamaños de celda por bandeja (98, 128, 162 y 200 celdas) Cuadro 1. Se utilizaron bandejas plásticas, de color negro, con celdas con forma de pirámide invertida; además se utilizó el peat moss como sustrato de referencia. Este ensayo se realizó del 21 de abril al 24 de mayo del 2014.

Cuadro 1. Características de las celdas y de las bandejas plásticas evaluadas

Numero	Celdas			Bandeja		
	Medidas (cm)	Altura (cm)	Volumen (ml)	Medida (cm)	Volumen (ml)	Plántulas/m ²
98	3,5 x 3,5	5,08	20	28 x 55	1960	640

128	3,0 x 3,0	5,1	17,5	28 x 55	2240	860
162	2,7 x 2,7	4,45	17,5	28 x 55	2835	1080
200	2,4 x 2,4	4,45	12,5	28 x 55	2500	1290

Fuente: La Investigación

3.2 Ensayo 2. Evaluación del efecto del tipo de sustrato en el desarrollo de los trasplantes

Se evaluó la respuesta del almácigo de tomate y pepino producidos en cuatro sustratos de uso agrícola, fibra de coco (FC) al 100 %, peat moss (PM) al 100 % y las mezclas fibra de coco + abono orgánico CoopeVictoria (AOCV) en proporción 80:20 y peat moss + abono orgánico CoopeVictoria en proporción 80:20. Este ensayo se llevó a cabo del 03 de julio al 28 de agosto del 2014.

Fibra de coco: Distribuido por Sustratos de Centroamérica S.A, en Guácimo de Limón. Se le realiza un proceso de molienda a la fibra de la cual se obtienen partículas finas y fibras medianas.

Peat Moss: Musgo esfangíneo, origen de algunos materiales orgánicos. Material de pacas comerciales “Berger”.

Abono orgánico: Producido comercialmente por la empresa CoopeVictoria en Grecia, Alajuela. Este producto es el resultado del compostaje de ceniza y broza de café.

Se determinó un número de celdas por bandeja para cada hortaliza en base a los resultados obtenidos en el ensayo de tamaño del contenedor y su aplicación práctica en el sistema de producción del almácigo, por lo que, en tomate se usó una bandeja de 162 celdas y en pepino una de 98 celdas.

3.3 Parámetros de evaluación

En cada uno de los ensayos se utilizaron dos criterios de medición, la fenología de la plántula en función del tamaño del contenedor o el sustrato de acuerdo a la evaluación correspondiente según lo establecido por Leskovar (2001).

La primera evaluación de la plántula se realizó en el estado II, cuando se da la expansión de los cotiledones, según Leskovar (2001), y esta varía en días después de siembra según la especie, en tomate se alcanzó a los 10 días después de siembra (dds) mientras que en pepino a los 7 dds.

Se evaluaron las siguientes variables de respuesta:

Índices morfométricos

- La altura de la parte aérea (cm): medida al punto de inserción en el tallo de la última hoja verdadera.
- El diámetro del cuello de la raíz (mm): medido en la base para los cuatro cultivos.

La segunda evaluación se realizó, cuando la plántula se encontró en el estado III, cuando se da el desarrollo de hojas verdaderas, según Leskovar (2001), en el caso de tomate se alcanzó a los 20 dds, mientras que en pepino fue a los 12 dds.

Se evaluaron las siguientes variables de respuesta:

Índices morfométricos

- La altura de la parte aérea (cm): medida al punto de inserción en el tallo de la última hoja verdadera.
- El diámetro del cuello de la raíz (mm): medido en la base para los cuatro cultivos.
- El peso seco de la raíz (g).
- El peso seco de la parte aérea (g).
- Área foliar (dm^2): evaluación realizada en un medidor de área foliar Li-Cor 3100.

Índices morfológicos

- Índice de etiolación (IE): La relación entre la altura de la plántula y el diámetro del cuello de la raíz (cm/mm), en almácigo.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas y cinco repeticiones. Donde la parcela grande fue el tratamiento (tamaño del contenedor o sustrato) y la parcela pequeña fue la época de evaluación (Estado II y Estado III), según Leskovar (2001). La unidad de muestreo constó de 30 plántulas por bandeja por época de evaluación según lo indicado por Retana, Méndez, y Esker, 2014.

Se realizó un análisis de variancia (ANOVA), mediante el programa InfoStat, se trabajó tanto con datos originales como con datos transformados a partir de los resultados obtenidos de los ensayos, tamaño de celda y sustratos. Las comparaciones múltiples de medias se hicieron según el método de Tukey con un nivel de significancia de 0,05 para todos los análisis.

4. Resultados

4.1 Efecto del tipo de contenedor

En el cultivo de pepino (Cuadro 2), los tratamientos con mayor número de celdas por bandeja manifestaron plántulas a los siete y 12 dds con mayor altura y menor diámetro de tallo, por lo que se obtuvo un mayor índice de etiolación (IE), el cual es mejor a menor valor. En pepino es importante obtener plántulas compactas, para evitar competencia por luz y estrés de las plántulas al haber una mayor elongación del tallo (Moreno, Sanchez, González, Pérez, y Magaña, 2011).

A menor número de celdas por bandeja se obtuvo una planta de pepino con mayor peso seco radical, aéreo y área foliar, al contrario la bandeja de 200 celdas obtuvo plántulas más altas, con un menor grosor de tallo y

menor peso seco de las raíces (Cuadro 2), lo que se atribuye a que las raíces tuvieron menores limitaciones a mayor volumen en la celda de acuerdo con Moreno, et al. (2011). Además a menor número de celdas, debido al rápido crecimiento que tiene el pepino, el cual desde la siembra hasta la madurez fisiológica del almácigo tarda dos semanas, la competencia entre las plántulas es menor.

La mayor expresión de vigor de las plántulas de pepino a los 12 dds (Cuadro 2), se obtuvo con el tratamiento de 98 celdas, que superó a los otros tres tamaños de celda en las variables índice de etiolación, peso seco de raíz y área foliar, excepto por el peso seco aéreo que no manifestó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos, carácter que se relaciona con la distribución de biomasa. Existe una correlación entre peso seco y área foliar, ya que a mayor valor de materia seca radical y aérea, hay un mayor área foliar en las plántulas. Además con densidades bajas de siembra el valor de área foliar, es mayor estadísticamente (Cuadro 2), esto se debe a que hay una mayor intercepción de radiación solar por planta, que se traduce en una mayor tasa de producción de fotoasimilados y en consecuencia, de materia seca acumulada que darán lugar a un mayor crecimiento de la plántula según Sanchez, Moreno, Morales, Peña, y Colinas (2012).

Cuadro 2. Indicadores morfométricos y morfológicos del almácigo de pepino en respuesta al tipo de contenedor, Alajuela 2015

Número de celdas	Altura (cm)		Diámetro (mm)		IE* cm/mm	Peso seco (g)		Área foliar (dm ²)
	I**	II**	I	II		Radical	Aéreo	
98	4,08 ab***	9,12 b	2,19 b	3,42 c	2,66 a	1,21 b	6,15 a	6,83 c
128	3,89 a	8,76 a	2,05 a	3,02 b	2,90 b	0,85 a	3,55 a	4,95 b
162	4,32 c	9,66 c	2,19 b	2,81 a	3,43 c	0,76 a	3,01 a	3,91 ab
200	4,25 bc	9,56 c	2,13 ab	2,73 a	3,50 c	0,65 a	3,28 a	3,16 a
DMS*	0,20	0,29	0,09	0,14	0,18	0,29	3,23	1,46
P- VALOR	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0476	0,0001
Cv*	16,58	10,37	14,47	15,42	18,58	18,64	44,66	17,1

*(IE): Índice de Etiolación (altura / diámetro) de la II evaluación; Cv: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

**I y II: Corresponden a la época de evaluación del almácigo (7 y 12 dds respectivamente).

***Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

Fuente: La Investigación.

En el cultivo de tomate (Cuadro 3), a mayor volumen de adobe existe una tendencia de plántulas con menor índice de etiolación (IE), lo cual implica menor estrés y competencia por luz. Con 98 celdas por bandeja se presentó una menor altura y mayor grosor de tallo comparado con los demás tratamientos. Las plántulas de tomate con mayor altura a los 10 y 20 dds se presentaron con la bandeja de 162 celdas y el menor grosor de tallo se obtuvo con las plántulas provenientes de la bandeja de 200 celdas. A diferencia del pepino, el ciclo de almácigo de tomate es más largo, lo que implica que las diferencias entre el tamaño y el grosor en tomate podrían estar ligadas a la competencia que se generó entre las mismas plántulas (Del Castillo, et al, 2004).

Hubo un efecto significativo del volumen de la celda sobre el peso seco de la raíz y la parte aérea a partir de los 20 dds (Cuadro 3), ya que el menor tamaño de celda está directamente relacionado a la disminución del peso seco y el área foliar, aunque en este ensayo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$) para el área foliar. El efecto de la restricción radical se refleja en el crecimiento de las hojas, lo que concuerda con lo informado por Weston y Zandstra (1986), citados por Nesmith y Duval (1998).

Cuadro 3. Indicadores morfométricos y morfológicos del almácigo de tomate en respuesta al tipo de contenedor, Alajuela 2015

Número de celdas	Altura (cm)		Diámetro (mm)		IE* cm/mm	Peso seco (g)		Área foliar (dm ²)
	I**	II**	I	II		Radical	Aéreo	
98	3,43 a***	6,67 a	1,15 a	3,19 c	2,09 a	1,51 b	6,03 c	7,44 a
128	3,68 b	7,14 b	1,21 ab	3,03 b	2,35 b	1,39 b	5,63 bc	7,62 a
162	4,07 c	7,59 c	1,27 b	3,02 b	2,51 c	1,25ab	5,04 b	6,46 a
200	3,75 b	6,59 a	1,20 ab	2,71 a	2,43 bc	1,02 a	3,78 a	6,76 a
DMS*	0,16	0,18	0,07	0,08	0,08	0,18	0,54	3,30
P- VALOR	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001	0,7217
Cv*	14,36	8,82	20,1	8,87	11,99	11,26	8,74	25,82

*(IE): Índice de Etiolación (altura / diámetro) de la II evaluación; Cv: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

**I y II: Corresponden a la época de evaluación del almácigo (10 y 20 dds respectivamente).

***Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

Fuente: La Investigación.

4.2 Efecto del sustrato

Para el cultivo de pepino, la adición de abono orgánico no logró un efecto positivo en la altura, grosor e índice de etiolación (IE) para las mezclas con las materias primas (Cuadro 4). Sin embargo entre la fibra de coco (FC) y el peat moss (PM) hubo diferencias en altura, grosor e IE comparado con lo obtenido por Adams, 2000; citado por Magdaleno, et al, 2006, donde no hubo diferencias significativas entre las materias primas FC y PM.

No hubo diferencias ($P > 0,05$) en el área foliar y el peso seco aéreo de las plántulas de pepino entre los tratamientos (Cuadro 4); lo que coincide con Quesada y Méndez, 2005. La acumulación de materia seca en la parte radical es estadísticamente igual entre la FC y el PM, pero varía al mezclar éstas con abono orgánico, ya que el tratamiento fibra de coco + abono orgánico CoopeVictoria (FC+ AOCV) obtuvo mayor peso seco radical que el tratamiento peat moss + abono orgánico CoopeVictoria (PM+ AOCV). Las plántulas provenientes de los tratamientos que contienen la materia prima FC presentaron el mayor peso seco radical y ya que no hay diferencias estadísticas en el peso seco aéreo se podría considerar un adecuado equilibrio de la distribución de biomasa entre el follaje y las raíces para estos tratamientos (Cuadro 4), lo cual Guzman y Sánchez, (2003), aseguran que es un buen parámetro para estimar la calidad de la plántula.

Cuadro 4. Indicadores morfométricos y morfológicos del almácigo de pepino en respuesta al tipo de sustrato, Alajuela 2015

Sustrato	Altura (cm)		Diámetro (mm)		IE* cm/mm	Peso seco (g)		Área foliar (dm ²)
	I**	II**	I	II		Radical	Aéreo	
Fibra de coco	2,51 c***	9,16 b	1,23 ab	2,80 b	3,27 b	1,15 b	3,58 a	6,18 a
Peat moss	2,20 b	8,65 a	1,26 b	2,66 a	3,25ab	0,90 ab	3,83 a	7,49 a

¹ FC + AOCV	2,14 b	9,26 b	1,23 ab	2,77 ab	3,34 b	1,11 b	3,73 a	7,29 a
¹ PM+ AOCV	2,01 a	8,56 a	1,18 a	2,74 ab	3,12 a	0,78 a	3,88 a	6,46 a
DMS*	0,09	0,22	0,07	0,11	0,17	0,20	0,31	2,47
P- VALOR	0,0001	0,0001	0,0265	0,0148	0,0043	0,0066	0,2979	0,3866
Cv*	13,13	8,35	18,77	13,96	17,41	16,45	6,87	19,97

*(IE): Índice de Etiolación (altura / diámetro) de la II evaluación; Cv: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

**I y II: Corresponden a la época de evaluación del almácigo (7 y 12 dds respectivamente).

***Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

¹FC: fibra de coco, PM: peat moss, AOCV: abono orgánico CoopeVictoria

Fuente: La Investigación.

Con respecto al cultivo de tomate (Cuadro 5), las plántulas provenientes del tratamiento fibra de coco (FC), presentaron un menor índice de etiolación (IE), lo que significa mayor altura y diámetro de tallo, comparado a lo obtenido con peat moss (PM). Quesada y Méndez, 2005 no reportaron diferencias estadísticas entre estas materias primas en cuanto a altura y grosor de tallo, sin embargo el PM obtuvo valores más altos que la FC. A los 20 dds la adición de abono orgánico a las materias primas tienen un resultado similar con PM que presentó mayor altura, grosor de tallo y menor IE que con FC (Cuadro 5).

El tratamiento fibra de coco + abono orgánico CoopeVictoria (FC+ AOCV) presentó una menor altura, grosor de tallo y mayor IE en las plántulas a lo obtenido con la materia prima FC (Cuadro 5). La altura y el grosor de las plántulas de tomate provenientes del tratamiento peat moss + abono orgánico CoopeVictoria (PM+ AOCV) fueron superiores a lo obtenido con el tratamiento peat moss, lo cual coincide con lo reportado por Reis et ál. (1998), citados por Quesada (2004).

Las plántulas provenientes de la mezcla de las materias primas con abono orgánico presentaron una disminución del peso seco radical mientras que el peso seco aéreo y el área foliar aumentaron (Cuadro 5), pese a que entre tratamientos no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) en el peso seco aéreo. El aporte de nutrientes y la capacidad de retener agua es mayor en los tratamientos en mezcla con abono orgánico lo que se favoreció el aumento en el área foliar y el contenido de materia seca de la parte aérea. El tratamiento FC presentó un mayor peso seco radical, no así en peso seco aéreo y área foliar, resultados similares informa Quesada (2004).

Cuadro 5. Indicadores morfométricos y morfológicos del almácigo de tomate en respuesta al tipo de sustrato, Alajuela 2015

Sustrato	Altura (cm)		Diámetro (mm)		IE* cm/mm	Peso seco (g)		Área foliar (dm ²)
	I**	II**	I	II		Radical	Aéreo	
fibra de coco	3,94 c***	8,71 c	1,03 b	3,37 b	2,58 a	1,20 b	4,23 a	4,87 a
peat moss	3,18 b	7,66 ab	0,88 a	2,30 a	3,33 c	1,09 ab	4,26 a	5,22 ab
¹ FC + AOCV	3,12 ab	7,34 a	1,03 b	2,41 a	3,04 b	0,96 ab	4,53 a	5,66 ab
¹ PM+ AOCV	3,04 a	7,86 b	1,02 b	3,36 b	2,34 a	0,89 a	4,30 a	5,97 b
DMS*	0,10	0,34	0,06	0,34	0,19	0,20	0,67	0,81
P- VALOR	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0398	0,8179	0,0076
Cv*	10,2	14,45	19,52	39,76	21,54	15,72	12,89	8,32

*(IE): Índice de Etiolación (altura / diámetro) de la II evaluación; Cv: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

**I y II: Corresponden a la época de evaluación del almácigo (10 y 20 dds respectivamente).

***Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

¹FC: fibra de coco, PM: peat moss, AOCV: abono orgánico CoopeVictoria

Fuente: La Investigación.

5. Conclusiones

Los cultivos pepino y tomate manifestaron una relación directa en el número de celdas por bandeja en el tamaño y grosor de tallo de las plántulas, además, a mayor densidad de plantas por bandeja se generó mayor competencia entre las plántulas. El uso de abono orgánico en tomate mejora la disponibilidad de nutrientes, lo que mejora el vigor de las plántulas en almácigo, mientras que en pepino no hay un aporte positivo. Para los cultivos pepino y tomate, el índice de etiolación, peso seco radical y aéreo en almácigo, son los mejores indicadores de un buen crecimiento y desarrollo de las plántulas.

6. Referencias

- Cabrera, R. (1995). Fundamentals of container media management. Part 1. Physical properties. Rutgers Cooperative Extension, 4.
- Cerny, A., Rajapakse, N., & Rieck, J. (2004). Height control of vegetables seedlings by greenhouse light manipulation. . Journal of vegetable crop production , 67-80.
- Cruz, E., Can, A., Sandoval, M., Bugarin, R., Robles, A., & Juarez, P. (2012). Sustratos en la horticultura. Revista Biociencias, 17-26.
- Del Castillo, J., Uríbarri, A., Sábada, S., Aguado, G., & Galdeano, J. (2004). Guía del cultivo en macrotúnel del pepino de suelo. Navarra Agraria, 27-33.
- Guzman, M., & Sánchez, A. (2003). Influence of nitrate and calcium increments on development, growth and early yield in sweet pepper plants. Acta Horticulturae, 207-211.
- Leskovar, D. (2001). Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Primer simposio nacional " Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanaceas (pág. 24). Coahuila, México: Departamento de Horticultura y Texas Agriculture and Mechanics University.
- Magdaleno, J., Peña, A., Castro, R., Castillo, A., Galvis, A., Ramírez, F., & Becerra, A. (2006). Efecto de tres sustratos y dos colores de plástico en el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo, 153-158.
- Moreno, E., Sanchez, F., González, L., Pérez, C., & Magaña, N. (2011). Efectos del volumen de sustrato y niveles de N-P-K en el crecimiento de plántulas de pepino. Terra Latinoamericana, 57-63.
- Nesmith, D., & Duval, R. (1998). The effect of container size. Hortotechnology, 495.
- Quesada, G. (2004). Caracterización físico química de materias primas y sustratos y su efecto sobre el desarrollo de plantas de almácigo de hortalizas en ambiente protegido. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, (pág. 95). San José, Costa Rica.

- Quesada, G., & Méndez, C. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana*, 171-183.
- Retana, M., Méndez, C., & Esker, P. (2014). Determinación del tamaño adecuado de unidad muestral en almácigos de hortalizas. III Congreso Brasileiro de Resíduos Orgânicos. Victoria, Espiritu Santo. Brasil.
- Sanchez, F., Moreno, E., Morales, A., Peña, A., & Colinas, M. (2012). Densidad de población y volumen de sustrato en plántulas de jitomate (*Lycopersicon lycopersicon* Mill.). *Agrociencia*, 255-266.
- Verhagen, B. (1997). Characterization of growing media or components for growing media to determine suitability for horticulture. *Acta Horticulturae*, 129-135.

REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LAS HILERAS PARA BANCOS DE SEMILLA EN CAÑA DE AZÚCAR COMO MODO DE HACER AGRICULTURA SOSTENIBLE

Ing. Rigoberto Miguel García Batista

rmgarcia@utmachala.edu.ec

Universidad Técnica de Machala

PhD. Miguel R. Ventura Cruz

miguelventura61@yahoo.es

Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar

Pdh. Antonio Menéndez Sierra

amenendez90@hotmail.com

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar

Resumen

Con el objetivo de resolver el problema de rentabilidad del cultivo el análisis del sistema de siembra pudiera ser un buen comienzo debido a que la siembra es la actividad más costosa y sensible del proceso cañero, que define en lo fundamental los resultados finales de la producción en todo el ciclo de vida, perdurando cualquier deficiencia inicial hasta una nueva oportunidad de siembra. Es por ello, que de la calidad con que se realice dependerá en gran medida la duración y los rendimientos de las cepas sucesivas. Los objetivos del trabajo fueron, Garantizar semilla de calidad con menor costo, mantener y/o aumentar la calidad de la semilla, incrementar el volumen de producción por área y disminuir los costos de producción. Los resultados finales muestran que la calidad de la semilla no se afecta por el empleo de distancias reducidas entre hileras, las que pueden ser utilizadas en la producción de semilla comercial, La producción de toneladas de caña/ha no presento interacción V x D, lo que determina que independientemente de la variedad las distancias estrechas produzcan más que la tradicional de 1.6 m. El cambio de tecnología a marcos de siembra más reducidos produce ganancias marginales del orden de 2.54 usd por cada 1 usd invertido y Una disminución de 20 cm de distancia entre surcos cuesta 313.14 usd por hectárea y genera 880.63 usd por hectárea, por lo que reducir las distancias resulta rentable.

Palabras claves: producción de semilla, germinación de la semilla, producción de alimentos, sostenibilidad, mayor producción.

Abstract

In order to solve the problem of crop profitability analysis planting system could be a good start because the seed is the most expensive and sensitive process sugarcane activity, which essentially defines the final results of production whole life cycle, lasting any initial failure to planting a new opportunity. It is for this reason that quality with which it is carried largely depend on the duration and yields of successive strains. The objectives were, ensure seed quality at lower cost, maintain and / or increase seed quality, increase production volume by area and lower production costs. The final results show that seed quality is not affected by the use of short distances between rows, which can be used in the production of commercial seed production tons of cane /

ha did not present interaction V x D, which states that regardless of the narrow range distances produce more than traditional 1.6 m. Changing technology frameworks smaller planting produce marginal gains on the order of 2.54 usd per 1 usd invested and a decrease of 20 cm between rows costs 313.14 usd per hectare and generates 880.63 usd per hectare, so reducing distances profitable.

Keywords : seed production , seed germination , food production, sustainability , increased production .

1. Introducción

Con el objetivo de resolver el problema de rentabilidad del cultivo el análisis del sistema de siembra pudiera ser un buen comienzo debido a que la siembra es la actividad más costosa y sensible del proceso cañero, que define en lo fundamental los resultados finales de la producción en todo el ciclo de vida, perdurando cualquier deficiencia inicial hasta una nueva oportunidad de siembra. Es por ello, que de la calidad con que se realice dependerá en gran medida la duración y los rendimientos de las cepas sucesivas.

El sistema cubano de producción de semilla, tiene su base fundamental en una siembra eficiente, pero en los últimos años ha sido afectado en varios de sus componentes, que tienen que ver tanto con la calidad como con el costo de producción. A pesar de los esfuerzos realizados por mejorar la producción, en la mayoría de los casos la carencia de insumos que afectan el programa de producción de semilla son inevitables.

Una de las técnicas mundialmente sugeridas para aumentar la producción y reducir los costos ha sido la disminución de los marcos de siembra. La separación entre hileras de la caña de azúcar es un tema discutido en el mundo cañero, donde se han realizado muchas investigaciones para establecer los mejores espacios en cada zona geográfica. A pesar de que la tendencia general es buscar la menor separación entre hileras con la finalidad de lograr un cierre de campo rápido y en consecuencia favorecer el control de las malezas, así como elevar el tonelaje de caña por unidad de área a través de la obtención de mayor cantidad de tallos molibles/ha sin afectar la calidad de los mismos

2. Revisión de la literatura

Disponer de caña semilla de alta calidad implica contar con un material que: a) está libre o tiene una mínima incidencia de patógenos y plagas; b) responde exactamente a las características de la variedad que se desea multiplicar y c) presenta una elevada capacidad de brotación y crecimiento (Digonzelli *et al.*, 2005).

Los semilleros son lotes destinados a la producción de caña semilla de alta calidad, el Semillero Básico se implanta con la semilla proveniente de micropropagación y/o esquejes provenientes de semilla de fundación, con la semilla obtenida en el Semillero Básico se plantan los Semilleros Registrados y a partir de la caña semilla obtenida en estos semilleros se plantan los Semilleros Certificados. Los Semilleros Certificados proveen la semilla para las plantaciones y/o renovaciones comerciales (Digonzelli *et al.*, 2005).

En el manejo de distancias de plantación para la producción de semilla, recomienda el empleo de distancias que oscilen entre 120 y 140 cm, con lo cual se obtendrá una mayor cantidad de tallos, se ahorrará terreno y se aprovecharán otros recursos como el agua y fertilizantes. (Chávez,1986)

Durante los últimos años se han presentado un grupo de factores que han incidido de forma negativa en el trabajo varietal en Cuba (Barroso, 2007). Dentro de estos factores se deben destacar, entre otros la baja disponibilidad de semilla para aprovechar eficientemente el período lluvioso y mala calidad de la misma, además del inadecuado funcionamiento de la cadena de semilla por diversas razones. Una posible solución a este problema puede encontrarse disminuyendo la distancia de siembra de los bancos de semilla básica y registrada, esto posibilitaría una mayor disponibilidad de semilla a un menor costo de producción.

El distanciamiento es el componente más importante del rendimiento agrícola, la población de los tallos por unidad de área se relaciona directamente con la distancia entre surcos y es posible incrementar el rendimiento agrícola manejando este factor, la siembra a densidades elevadas ocasiona un aumento en el rendimiento porque aumenta la población de los tallos y la cantidad de sacarosa por unidad de área, al aumentar la densidad no se produce ninguna disminución en la calidad del jugo, pero disminuye el grosor del tallo y el número de brotes. (DIECA, 2001).

Según Cuellar *et al* (2002). La reducción del espacio entre hileras incrementa de un 15 a un 20% la producción de caña, se logra un cierre de campo más rápido con la consiguiente reducción de los costos en el control de malezas y mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes. Por esta razón la mayoría de las regiones donde se cosecha la caña manualmente incluida Cuba han adoptado distancias entre surco menores de 1.40 m.

Shanmugasundaram y Venugopal (1979), después de hacer una revisión de numerosas investigaciones efectuadas en la India sobre espaciamentos, densidad de yemas y control de la población en la caña de azúcar, arribaron a la conclusión de que en este país la óptima separación entre los surcos está entre 0.60 y 1.05 m. Estos autores vinculan la distancia al potencial productivo del ambiente, recomendando espaciamentos de 1.05 m para aquellos lugares que históricamente alcanzan 150 t de caña/ha o más. Sin embargo, en la misma medida que las condiciones del medio van limitando la producción, sugieren reducirla hasta llegar a 0.60 m en aquellas zonas con rendimiento probable de alrededor de 70 t de caña/ha.

Resultados obtenidos en Cuba por Piñero *et al.*, (1988), confirman que tanto el suelo como la fitotecnia que se aplique durante el desarrollo de la caña, pueden desempeñar un papel importante en el comportamiento de la producción en dependencia de la distancia. Los reportes de sus estudios indican que, en condiciones de suelo Pardo, el rendimiento agrícola creció un 14 % en el espaciamento de 1.30 m respecto a 1.60m. En cambio, en el suelo Ferralítico cuarcítico lixiviado no se apreciaron efectos positivos sobre la producción al reducir la distancia de plantación.

De acuerdo con la Asociación Naturland, (2000), de cultivos ecológicos en el cultivo convencional de caña se suelen mantener espacios medios de 1,50 m (1,20 - 1,80 m) entre las diferentes filas, en el cultivo ecológico se han obtenido los mejores resultados con el establecimiento de filas dobles (0,40 a 0,50 m de distancia entre dos filas simples y 1,10 - 1,80 cm entre dos filas dobles). La siembra de leguminosas es necesaria en plantaciones ecológicas que se encuentran en crecimiento.

Una ventaja casi unánimemente aceptada, al plantar la caña en distancias estrechas, la población de tallos por unidad de superficie se incrementa notablemente, Shing y Gasho (1980).

El efecto positivo sobre la población no sólo se aprecia en los estadios iniciales del cultivo, sino que el mismo también se refleja en los tallos cosechables. Hilton (1980), en Hawái, como conclusión de la revisión de 80 experimentos sobre distancias realizados en ese país, expresa que, en general se obtuvo un incremento en el número de tallos molibles en los menores espacios de camellón respecto a los mayores, en igual sentido se pronuncian Thompson (1962), Thompson y du Toit (1965) en África del Sur y Bull (1975) en Australia.

Las distancias estrechas (1.0 - 1.1m) se usan en la zona alta y fría en razón del cierre lento de la caña, en la zona costera de secano, usan 1.2 - 1.3m, reduciendo la distancia hasta 1.0 - 1.1m en caso de pendientes muy pronunciadas con alto riesgo de erosión y variedades erectas, mientras que en la zona norte, de riego (cierre de campo más rápido) la distancia es de 1.4 - 1.5m (Cuellar, 1996).

En estudios realizados por Díaz *et al.*, (1995), el estrechamiento de la distancia entre surcos desde 1.6 hasta 0.9m, produjo incrementos considerables en los rendimientos de caña por ha en todos los suelos, variedades, tipos de cepa y edades de cosecha, los incrementos fueron ligeramente mayores en suelos menos productivos

que en los más productivos, fueron mayores en CP5243, intermedios en Ja60-5 e inferiores en C266-70, la durabilidad de la cepa se puso de manifiesto en los marcos estrechos hasta el tercer retoño y la productividad (t/ha/mes) fue mayor en las combinaciones de edades inferiores de cosecha con las distancias más estrechas, que con cualquier otra combinación de éstas.

Resultados obtenidos por García *et al.*, (1997), muestran como en condiciones experimentales se producen incrementos considerables en el rendimiento agrícola en la medida que se reduce la separación entre surcos. En condiciones de producción, incrementos de hasta un 15 % se ponen de manifiesto, en las cepas de caña planta y primer retoño.

Estudios realizados en Zimbawe, donde se utilizaron distancias de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 m entre hileras, apreciaron que en la medida que se aumentó la separación entre surcos, se redujo la población de tallos, aumentó el diámetro de los tallos y se redujo el encamado de los mismos; señalan además que las distancias menores a 1.5 m han probado ser más productivas en caña planta, pero no en retoño (Anónimo 1, 1979).

En un grupo de experimentos desarrollados en la provincia de Cienfuegos, en los que se emplearon distancias entre líneas de plantación de 0.90, 1.20 y 1.40 m, con la variedad Ja60-5, se llegó a la conclusión de que el rendimiento agrícola se incrementa en la medida que la separación entre surcos disminuye, comportamiento similar lo muestran la longitud del tallo y el número de tallos/ha. Además, se encontró una relación directamente proporcional entre el número de tallos/ha y el rendimiento agrícola (Cuesta *et al.*, 1990).

Piñero *et al.*, (1989), en estudios realizados en las provincias de Cienfuegos, Sancti Spíritus y La Habana, con distancias entre surcos de 90, 130 y 160 cm y 3 variedades (C266-70, Ja60-5 y CP52-43) sobre 5 tipos de suelo, demuestran que en la medida que la distancia entre surcos se estrechó, aumentó el número de tallos/ha y el rendimiento agrícola (t caña/ha), mientras que disminuyó el número de tallos/m y el diámetro de los tallos. La variedad que mejor respuesta presentó fue CP5243.

El comportamiento de un grupo de 6 variedades ante diferentes distancias entre surcos (1.0, 1.20+0.80, 1.40+0.60 y 1.60 m) no mostró interacción con las distancias empleadas, sino con las edades de cosecha. Las variedades cuyo comportamiento fue destacado fueron: C266-70, C120-78, C290-73, Ja60-5, C323-68 y C1051-73 (García *et al.*, 1993).

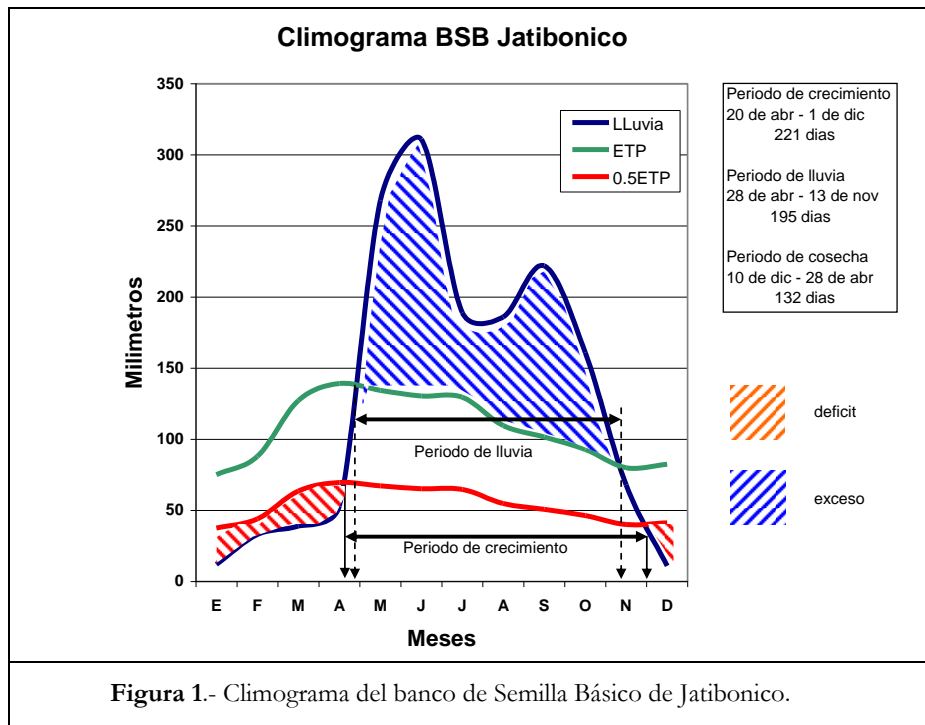
En estudios realizados por García *et al.*, (1993), en áreas del Microjet aéreo en áreas del Ingenio azucarero Guillermo Moncada y en su área testigo, con distancias de 1.0, 1.6 y 1.20 + 0.80 m y las variedades C120-78, C1051-73 y Ja60-5, se encontró diferencia entre las distancias y genotipos estudiados, resultando mejor la combinación de C1051-73 con 1.0 m de distancia entre surcos.

Esta vinculación variedad-distancia también fue señalada por García y Toledo (1984), quienes obtuvieron que aquellas variedades de poblaciones elevadas alcanzaran producciones máximas en las mayores distancias, mientras que las de menor densidad poblacional requirieron de los menores espaciamientos para lograr el mejor rendimiento.

3. Metodología

3.1 Clima del área de estudio, banco de Semilla Básico

Con 1553 mm de lluvia anual promedio y 1290.4 mm de evapotranspiración potencial puede decirse que el clima es húmedo ya que la lluvia supera la ET_P en 1.2 veces, de acuerdo con la información del Climograma (figura 1) el periodo lluvioso se extiende por 195 días desde el 28 de abril cuando la lluvia supera la evapotranspiración hasta el 13 de noviembre cuando vuelve a ser menor; la caña cuenta en esta zona con un periodo de crecimiento de 221 días que abraza del 20 de abril hasta el 1ro de diciembre.



Los suelos del banco de Semilla básico.

Ha sido clasificado de las siguientes formas:

FAO - UNESCO (1988). Verti - Haplic Phaeozem.

FAO - UNESCO (1974). Hapic Phaeozem.

USDA Soil Taxonomy (1992). Verti Haplustoll, montmorillonitic, fine, isohyperthermic.

2^{da}. Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. (1975). Aluvial.

(Tomado de Soil Brief CU 1, 1994).



Estos suelos representan el 2,5 % de los suelos cañeros, estando distribuidas por todo el país, no obstante sus áreas son más extensas en las provincias centrales y orientales. Su topografía es llana, a veces con ondulaciones. El material de origen de estos, es muy variable, no poseen un proceso de formación definido, ya que lo más usual es que periódicamente reciban el influjo de los ríos al desbordarse, se caracterizan por una fertilidad óptima, la que se refleja en los rendimientos agrícolas obtenidos.

3.2 Trabajo experimental

El trabajo consistió en estudiar el efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y los costos de la semilla, se utilizó un diseño de parcela dividida se montó un experimento de campo sobre distancias entre hileras de 1.00; 1.20; 1.40 y 1.60 m (subtratamientos) en tres variedades (tratamientos) de las que comprenden la mayor propagación en la provincia (C87-252, C323-68 y B80-250, sobre un suelo Pardo, sialitizado cálcico profundo.

Las variedades se utilizaron como modelo del comportamiento de:

C87-252 (cierre de campo temprano)

C323-68 (cierre de campo intermedio)

B80-250 (cierre de campo tardío)

Las parcelas estaban formadas por 6 surcos de 10 m de longitud para cosechar los 2 centrales y se colocaron 40 tallos de tres yemas en cada surco de 10 metros para lograr una cantidad de 12 yemas/m en la plantación, el experimento se realizó en condiciones de riego y las actividades agrotécnicas y los chequeos o evaluaciones de acuerdo a la metodología utilizada por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), las mediciones fonológicas realizadas fueron:

- Altura de los tallos: 40 tallos al azar en uno de los surcos centrales para medir, con una cinta métrica, desde el primer dewlap visible hasta el ras del suelo.
- Grosor de los tallos: 40 tallos al azar en uno de los surcos centrales y para medir el grosor con un pie de rey en el centro de las plantas.
- Cuento de tallos: se tomaran la cantidad de tallos desarrollados de los 2 surcos centrales.

La cosecha se calculó por pesaje directo con dinamómetro y alzada cosechando solo los 2 surcos centrales de cada parcela para evitar el posible efecto de borde. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS 11 para Windows, el procesamiento estadístico primario de la información se realizó con un análisis de varianza para parcela dividida (Split plot), prueba Duncan al 5% de probabilidad (cuando hubo significación) y gráfico de medias o de caja y bigote para representar los resultados, las relaciones entre variables fueron evaluadas mediante análisis de correlación y regresión, también fueron empleadas técnicas multivariadas de componentes principales. En todos los casos se realizaron pruebas de normalidad y transformados los datos cuando era necesario.

3.3 Análisis económico

Los costos de todas las actividades fueron registrados para construir la ficha de costo de cada tratamiento (distancia), con esta información se calculó: el costo total, el ingreso total, la relación benéfico/costo, la ganancia, el costo por tonelada y la ganancia marginal.

4. Resultados

4.1 La producción de semilla en función del marco de siembra

Tallos por metro cuadrado: El análisis de la variación de tallos por metro cuadrado (cuadro 1) solo mostró efecto para las distancias de plantación, ni las variedades ni la interacción Variedad x distancia mostraron efectos significativos.

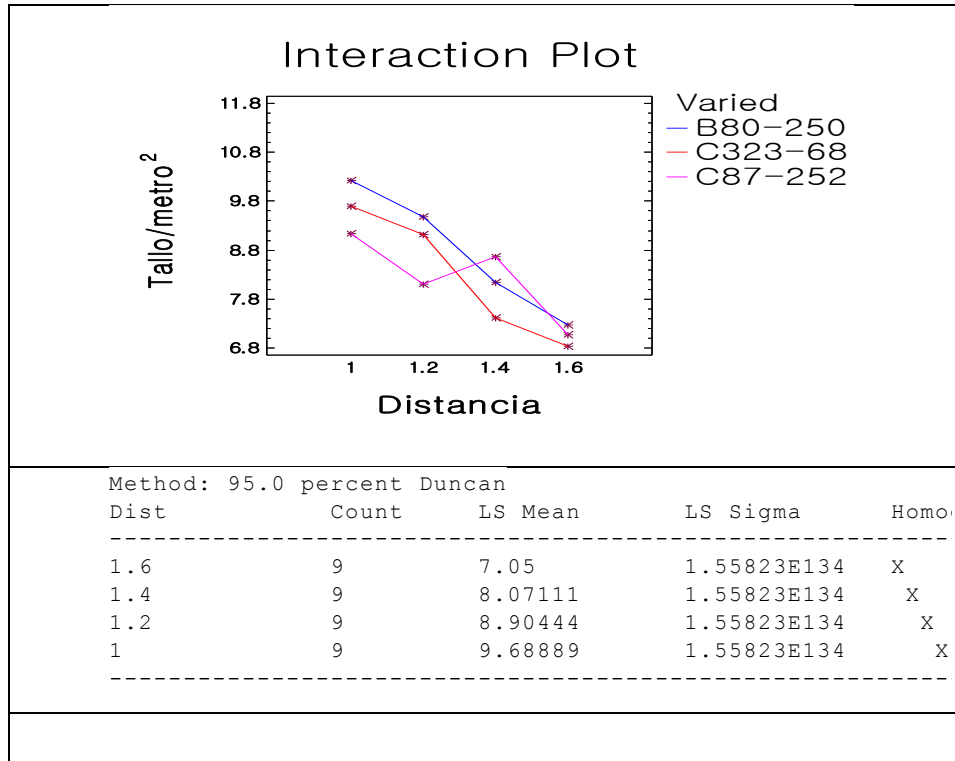
Cuadro 1.- Análisis de la Varianza provocada por las variedades y los marcos de siembra sobre el número de tallos por metro cuadrado.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Distancia	34.5878	3	11.5293	26.8	0
B: Variedad	2.20604	2	1.10302	2.56	0.0979
INTERACTIONS					
A x B	5.38563	6	0.897605	2.09	0.0927
RESIDUAL	10.3259	24	0.430247		
TOTAL (CORRECTED)	52.5054	35			

Fuente: La Investigación.

El número de tallos por metro cuadrado disminuye con el aumento de la distancia (figura 2) así mientras a distancias estrechas de 1 metro se obtienen 9.68 tallos promedio por metro cuadrado a distancias de 1.6 metros entre hileras solo se logran 7 tallos por metro cuadrado, independientemente de no existir interacciones la variedad con mayor número de tallos fue la B 80-251 que a distancias de 1 metro llego a presentar 10 tallos y la peor variedad fue la C 87-252 con solo 7 tallos a la distancia de 1.6 metros de distancia entre hileras. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cirilo (2000) en el cultivo del maíz donde demostró que el aumento de plantas por metro cuadrado permite alcanzar una cobertura total del suelo en la floración aprovechar un mayor porcentaje de luz solar y obtuvo mayores rendimientos por área.

Figura 2. Disminución del número de tallos con el aumento de la distancia entre hileras.

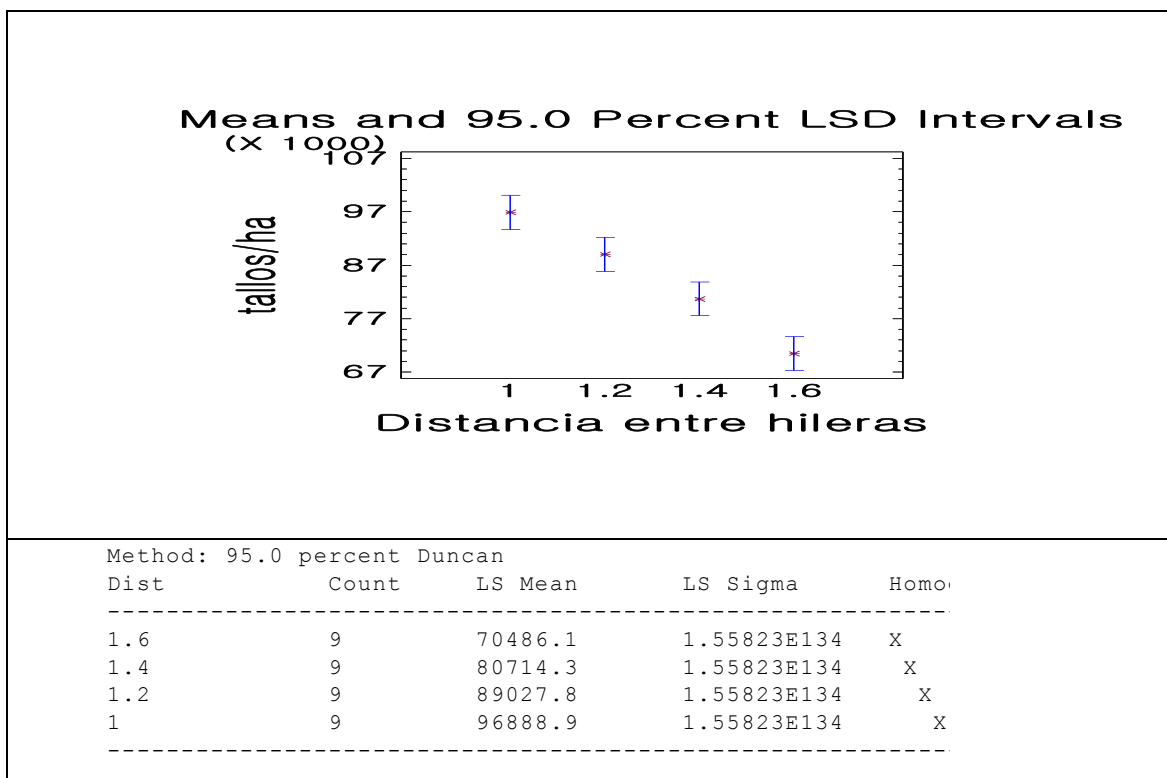


Fuente: La Investigación.

Cuando se analiza la variable, tallos por hectárea (figura 3) su disminución representa que al momento de la cosecha en una hectárea de caña sembrada a 1 metro se producen 25 mil tallos más, con incrementos en el rendimiento agrícola en la medida que se disminuye la separación entre surcos. En la India se reportan incrementos del 33% en la producción de azúcar atribuido por la reducción del espacio entre hileras de 0.90 m a 1 m (Anónimo 2, 1995). Estos resultados coincide con los logrados con Piñero *et al.*, (1989) en Cuba, donde demuestran que a medida que la separación entre líneas fue mayor (1.60 m), mayor fue la cantidad de tallos por metro lineal, sin embargo, el número de tallos por hectárea se incrementó cuando la separación entre hileras fue de 0.90 m.

Figura 3. Disminución de la cantidad de tallos por hectárea con el aumento de la distancia entre hileras

s



Fuente: La Investigación.

Altura de los tallos. No se encontró efecto de significancia sobre la altura de los tallos ni para las variedades ni para las interacciones variedad x distancia (cuadro 2) como era de esperar la altura de los tallos en las distancias estrechas fue superior a los marcos de siembra más amplios (figura 4). Al existir un mayor número de tallos por metro la competencia por la luz obliga a crecer más y más rápidamente. Los resultados obtenidos en nuestro experimento coinciden con lo planteado por Irvine y Brenda (1980) y Cuesta *et al.*, (1990) donde no obtuvieron diferencias significativas en la altura de los tallos, aunque tiende a aumentar con la disminución de la distancia entre hileras.

Cuadro 2.- Análisis de la Varianza provocada por las variedades y los marcos de siembra sobre la altura de los tallos.

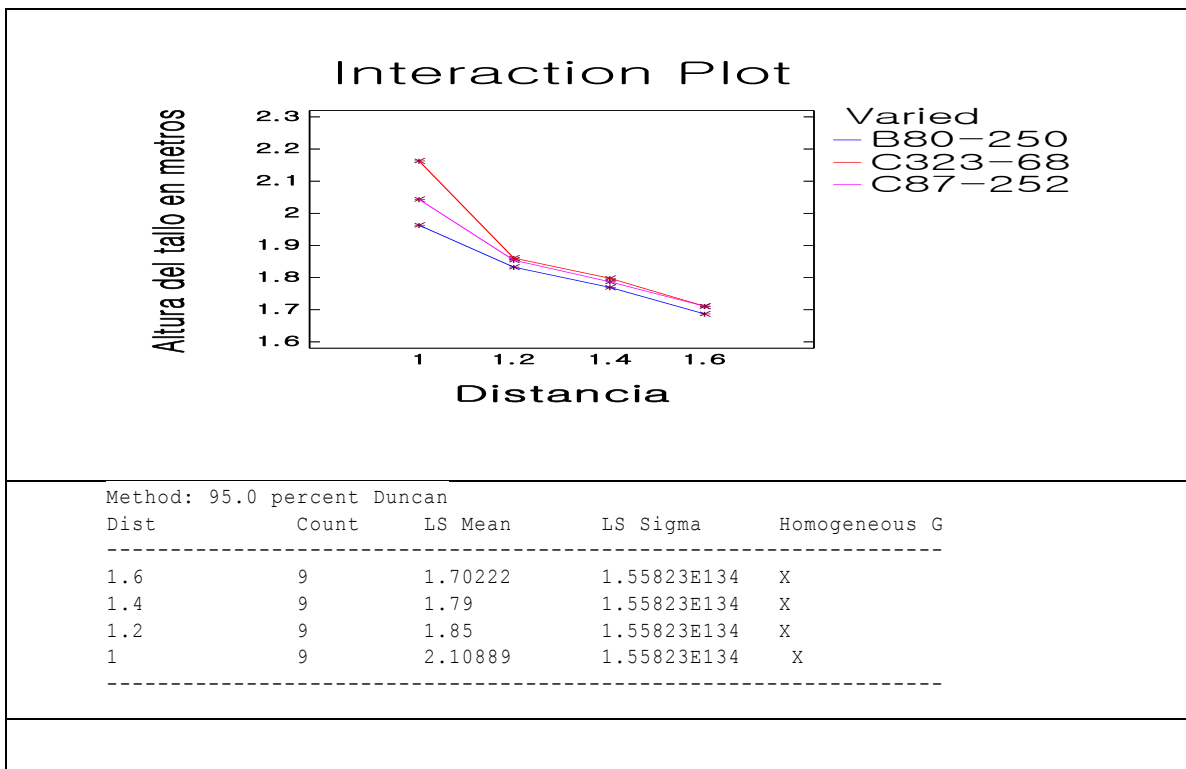
Source	Sum of Squares	D f	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Distancia	0.620281	3	0.20676	4.70	0.0102
B: Variedad	0.028690	2	0.014345	0.33	0.7249

	1				
INTERACTION S					
A x B	0.035507 2	6	0.0059178 7	0.13	0.9904
RESIDUAL	1.05588	2 4	0.0439951		
TOTAL (CORRECTED)	1.74036	3 5			

Fuente: La Investigación.

Aunque sin diferencias significativas la C 323-68 a distancias estrechas resulto con 10 cms más de altura que las demás variedades.

Figura 4. Disminución de la altura de los tallos con el aumento de la distancia entre hileras.



Fuente: La Investigación.

Grosor del tallo. El grosor del tallo mostró diferencias significativas tanto entre las variedades como para las diferentes distancias de plantación estudiada, sin embargo, no se encontraron interacciones variedad x distancia.

Cuadro 3- Análisis de la Varianza provocada por las variedades y los marcos de siembra sobre el grosor de los tallos.

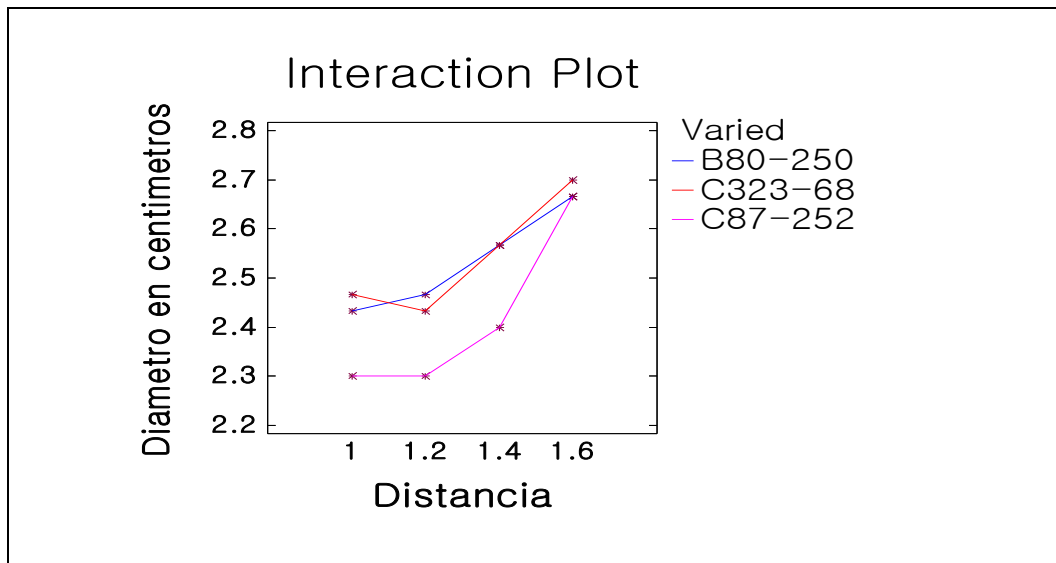
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Distancia	0.465278	3	0.155093	17.45	0
B: Variedad	0.117222	2	0.0586111	6.59	0.0052
INTERACTIONS					
A x B	0.0338889	6	0.00564815	0.64	0.7007
RESIDUAL	0.213333	24	0.00888889		
TOTAL (CORRECTED)	0.829722	35			

Fuente: La Investigación.

Independientemente de la variedad las cañas sembradas a marcos estrechos resultaron significativamente más finas que las sembradas en los marcos convencionales (figura 5) lo que afecta particularmente a la C 87-252 en mayor medida que a las demás.

Aunque no ha sido demostrado que el grosor de los tallos se asocie a la germinación o a la producción posterior de los campos es una de las características deseadas en los tallos que van a ser utilizados como semilla por lo que pudiera constituir una limitante en el uso de las distancias estrechas.

Figura 5. Disminución del grosor de los tallos con la disminución de la distancia entre hileras.



Method: 95.0 percent Duncan				
Dist	Count	LS Mean	LS Sigma	Homo
1	9	2.311111	1.55823E134	X
1.2	9	2.4	1.55823E134	X
1.4	9	2.511111	1.55823E134	X
1.6	9	2.67778	1.55823E134	X

Fuente: La Investigación.

La competencia por la luz en densidades de tallos mayores provoca tallos más altos y más delgados. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Irvine y Brenda (1980) donde plantea que con el aumento de la distancia entre hileras aumenta el grosor del tallo. Estudios realizados por (DIECA, 2001) plantea que al aumentar la densidad de plantación debido a la reducción del espacio entre hileras el diámetro disminuye.

Peso del tallo. Relacionado con el diámetro, el peso de un tallo vario de forma significativa tanto con la variedad como con la distancia de plantación (cuadro 4) aunque no mostraron interacciones. En nuestro estudio la calidad de los tallos no se afectó en ninguna distancia estudiada.

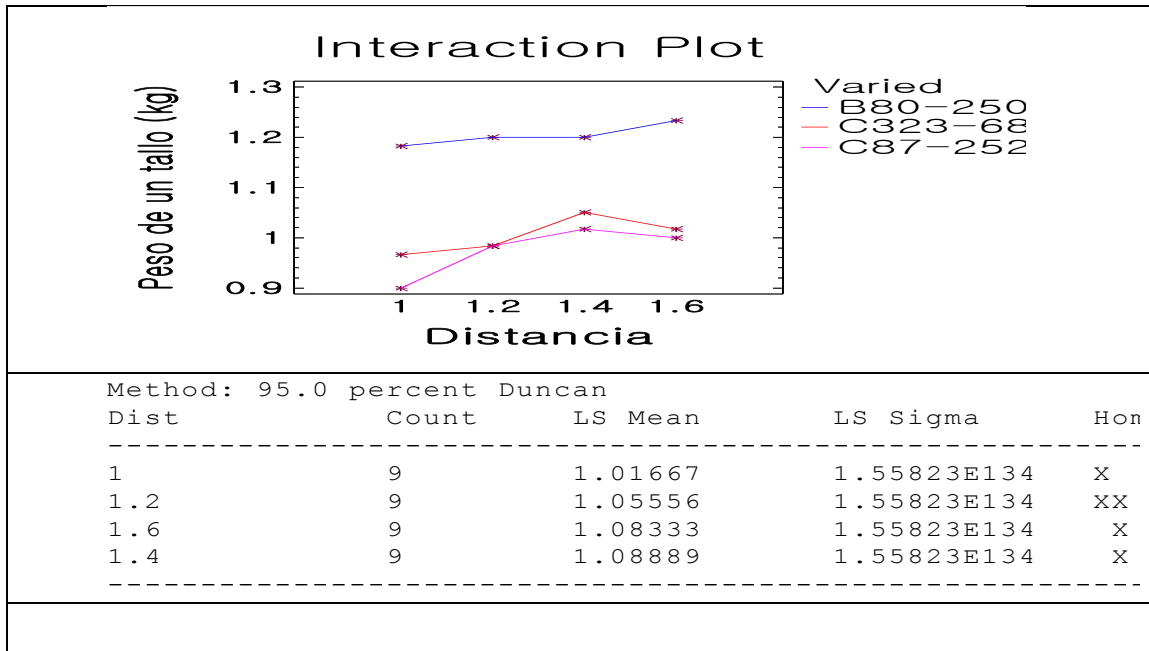
Cuadro 4.- Análisis de la Varianza provocada por las variedades y los marcos de siembra sobre el peso del tallo.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Distancia	0.029444 4	3	0.0098148 1	5.65	0.004 5
B: Variedad	0.373472	2	0.186736	107.5 6	0
INTERACTIONS					
A x B	0.010972 2	6	0.0018287	1.05	0.416 9
RESIDUAL	0.041666 7	2 4	0.0017361 1		
TOTAL(CORRECTE D)	0.455556	3 5			

Fuente: La Investigación.

Aunque las menores distancias de plantación influyen sobre el grosor de los tallos lo que determina un menor peso, esta característica está más asociada con el genotipo y la B 80-250 pesa un 20% más que la C 323-68 o que la C 87-252 independientemente de la distancia a que se siembre. (Figura 6)

Figura 6. Aumento del peso del tallo con el aumento de la distancia entre hileras para diferentes variedades de caña.



Fuente: La Investigación.

Toneladas de caña por hectárea. Las toneladas de caña por hectárea resumen todos los componentes del rendimiento. En el cuadro 5 aparece el análisis para este indicador, en el mismo se aprecia que existen diferencias entre variedades y entre distancias sin embargo no hay interacción variedad x distancia, el rendimiento agrícola se incrementa en la medida en que la separación entre surcos disminuye (Materne, 1978), otro autor, Álvarez (2006) planteo que el verdadero ahorro está en aumentar los rendimientos por hectárea. Según Cuellar *et al.*, (2002 a) la reducción del espacio ente hileras incrementa de un 15 a un 20 % la producción de caña, se logra un cierre de campo más rápido y reducción en los costos en el control de malezas.

Cuadro 5.- Análisis de la Varianza provocada por las variedades y los marcos de siembra sobre las toneladas de caña por hectárea.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

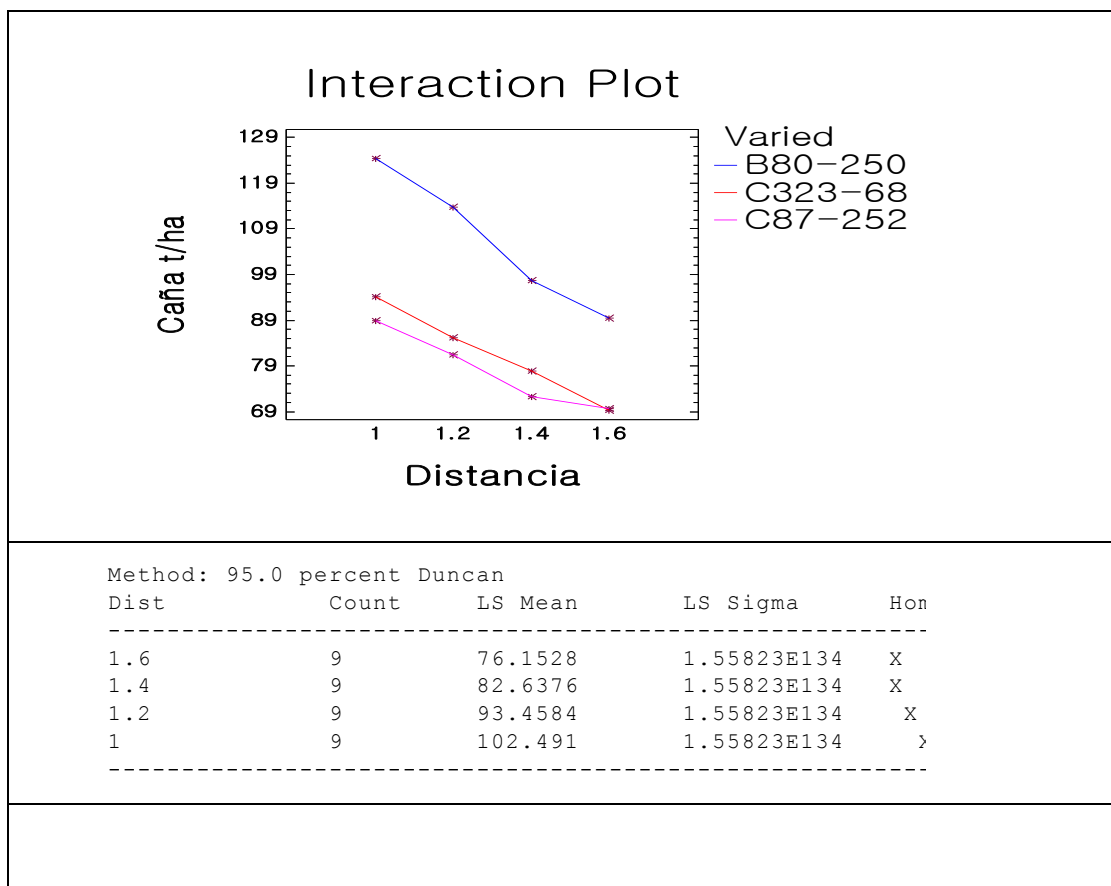
MAIN EFFECTS					
A: Distancia	3663.2	3	1221.07	20.78	0
B: Variedad	5685.38	2	2842.69	48.39	0
INTERACTIONS					
A x B	263.457	6	43.9095	0.75	0.6173
RESIDUAL	1409.97	24	58.7487		
TOTAL (CORRECTED)	11022	35			

Fuente: La Investigación.

Las distancias estrechas producen más independientemente de la variedad empleada. En la figura 7 puede apreciarse como la variedad más productiva la B 80-250 esta variedad presenta tallos más gruesos de un alto peso específico lo que hace que independientemente de la distancia siempre produzca entre 30 y 35 toneladas por hectárea más que la C 323-68 o la C 87-252, no obstante con marcos de siembra diferentes. La C 323-68 sembrada a marco estrecho supera a la B 80-250 a distancia tradicional y la C 87-252 produce lo mismo.

Utilizando marcos estrechos de plantación se puede producir entre 20 y 30 toneladas más en cada hectárea lo que reduce el área a sembrar en casi la mitad.

Figura 7.- Disminución de las toneladas de caña con el aumento de las distancia entre hileras para diferentes variedades de caña.



Fuente: La Investigación.

Una mirada conjunta del fenómeno de los marcos de siembra y su interacción y efecto sobre la producción de diferentes variedades de caña de azúcar se muestra en un análisis de componentes principales para datos categóricos (CATPCA), donde se explicó el 85.6% de la varianza en solo dos dimensiones (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Varianza explicada en un componente principal para datos categóricos realizado al estudio de variedades x distancia.

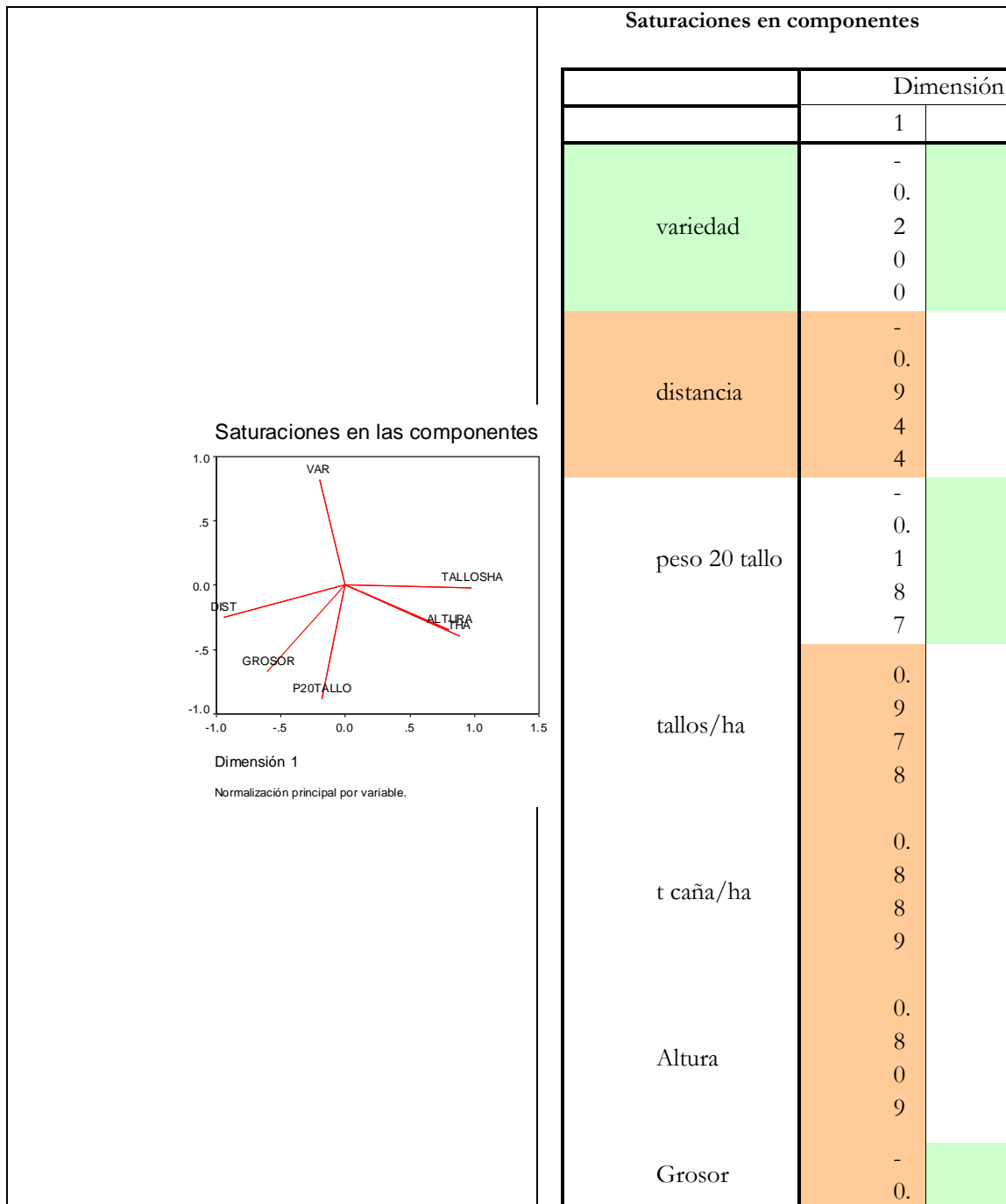
Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	% de la varianza
1	.854	3.731	53.306
2	.650	2.259	32.273
Total	.972(a)	5.990	85.578

Fuente: La Investigación.

En el análisis (figura 8) la primera dimensión, explico el 53% de la variación, fue la distancia entre hileras asociada a: los tallos/ha, las toneladas de caña/ha, la altura y el grosor; la segunda dimensión, fue la de la variedad, que explico el 32% de la varianza asociada al peso y al grosor del tallo. Como se puede apreciar el

grosor del tallo es la única característica que está afectada tanto por los marcos de siembra como por las variedades que además y al menos en este caso no guardaron relación entre ellas.

Figura 8.- Representación gráfica de la saturación de los componentes para las variables analizadas en el estudio de distancia de siembra por variedades (distancias 1, 1.2, 1.4, 1.6 metros; variedades B80-250, C323-68, C87-252.



		6	6
		0	7
		4	6
Normalización principal por variable.			

Fuente: La Investigación

Evaluación económica.

En los cuadros de la 7 a la 10 aparecen las fichas de costo por hectárea para cada una de las distancias estudiadas, en las mismas se puede observar que a medida que disminuye el marco de siembra el costo total se incrementa.

Cuadro 7.- Ficha de costo para la distancia de 1.60 m entre hileras.

Precio de venta	92.1	\$/t		
Producción observada			72.35	t caña/h a
		Distancia 1.60		
Actividades	Unidad	Precio/ U	Cantidad	Costo total
Preparación de tierras	ha	52.99	1.00	52.99
Siembra	ha	1,100.00	1.00	1,100.00
Limpia de guardarrayas	ha	6.26	2.00	12.52
Cultivo mecanizado	ha	12.89	2.00	25.78
Limpia manual	ha	96.56	1.00	96.56
Aplicación de herbicidas	ha	62.57	2.00	125.14
Aplicación de fertilizantes	ha	102.38	1.00	102.38
Riego de agua	ha	112.25	10.00	1,122.50

Corte de semilla	t	14.00	72.35	1,012.90
Alza	t	2.10	72.35	151.94
Tiro	t	5.00	72.35	361.75
Insumos				
Compost	t	37.00	10.00	370.00
Fitomás H	l	1.58	2.00	3.16
Diurón	kg	7.06	5.00	35.30
Ametrina	kg	6.75	3.00	20.25
Esterol	l	4.00	1.00	4.00
Glifosato	kg	2.86	0.40	1.14
Costo total				4,598.31

Fuente: La Investigación

Cuadro 8.- Ficha de costo para la distancia de 1.40 m entre hileras.

Precio de venta	92.1	\$/t		
Producción esperada			84.81	
		Distancia 1.40		
Actividades	Unidad	Precio/U	Cantidad	Costo total
Preparación de tierras	ha	52.99	1.00	52.99
Siembra	ha	1,243.00	1.00	1,243.00
Limpia de guardarrayas	ha	6.26	2.00	12.52
Cultivo mecanizado	ha	12.89	1.00	12.89
Limpia manual	ha	96.56	1.00	96.56
Aplicación de herbicidas	ha	62.57	1.00	62.57
Aplicación de fertilizantes	ha	113.95	1.00	113.95
Riego de agua	ha	112.25	10.00	1,122.50
Corte de semilla	t	14.00	84.81	1,187.34
Alza	t	2.10	84.81	178.10
Traslado	t	5.00	84.81	424.05
Insumos				
Compost	t	37.00	10.00	370.00
Fitomás H	l	1.58	2.00	3.16
Diurón	kg	7.06	4.00	28.24
Ametrina	kg	6.75	2.00	13.50
Esterol	l	4.00	1.00	4.00
Glifosato	kg	2.86	0.40	1.14
Costo total				4,926.51

Fuente: La Investigación

Cuadro 9.- Ficha de costo para la distancia de 1.20 m entre hileras.

Precio de venta	92.1	\$/ha		
Producción observada			90.11	t caña / ha
		Distancia 1.20		
Actividades	Unidad	Precio/U	Cantidad	Costo total
Preparación de tierras	ha	52.99	1.00	52.99
Siembra	ha	1,375.00	1.00	1,375.00
Limpia de guardarrayas	ha	6.26	2.00	12.52
Cultivo mecanizado	ha	12.89	1.00	12.89
Limpia manual	ha	96.56	1.00	96.56
Aplicación de herbicidas	ha	62.57	1.00	62.57
Aplicación de fertilizantes	ha	127.98	1.00	127.98
Riego de agua	ha	112.25	10.00	1,122.50
Corte de semilla	t	14.00	90.11	1,261.54
Alza	t	2.10	90.11	189.23
Traslado	t	5.00	90.11	450.55
Insumos				
Compost	t	37.00	10.00	370.00
Fitomás H	l	1.58	2.00	3.16
Diurón	kg	7.06	4.00	28.24
Ametrina	kg	6.75	2.00	13.50
Esterol	l	4.00	1.00	4.00
Glifosato	kg	2.86	0.40	1.14
Costo total				5,184.37

Fuente: La Investigación

Cuadro 10.- Ficha de costo para la distancia de 1.00 m entre hileras.

Precio de venta	92.1			
Producción observada			99.50	t caña / ha
		Distancia 1.00		
Actividades	Unidad	Precio/U	Cantidad	Costo total
Preparación de tierras	ha	52.99	1.00	52.99
Siembra	ha	1,540.00	1.00	1,540.00
Limpia de guardarrayas	ha	6.26	2.00	12.52
Cultivo mecanizado	ha	12.89	1.00	12.89

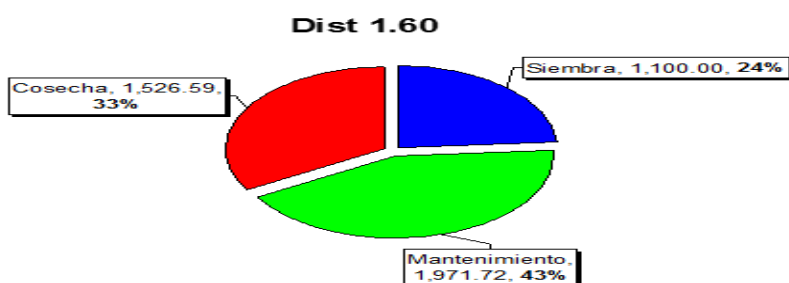
Limpia manual	ha	96.56	1.00	96.56
Aplicación de herbicidas	ha	62.57	1.00	62.57
Aplicación de fertilizantes	ha	143.33	1.00	143.33
Riego de agua	ha	112.25	10.00	1,122.50
Corte de semilla	t	14.00	99.50	1,393.00
Alza	t	2.10	99.50	208.95
Traslado	t	5.00	99.50	497.50
Insumos				
Compost	t	37.00	10.00	370.00
Fitomás H	l	1.58	2.00	3.16
Diurón	kg	7.06	4.00	28.24
Ametrina	kg	6.75	2.00	13.50
Esterol	l	4.00	1.00	4.00
Glifosato	kg	2.86	0.40	1.14
Costo total				5,562.86

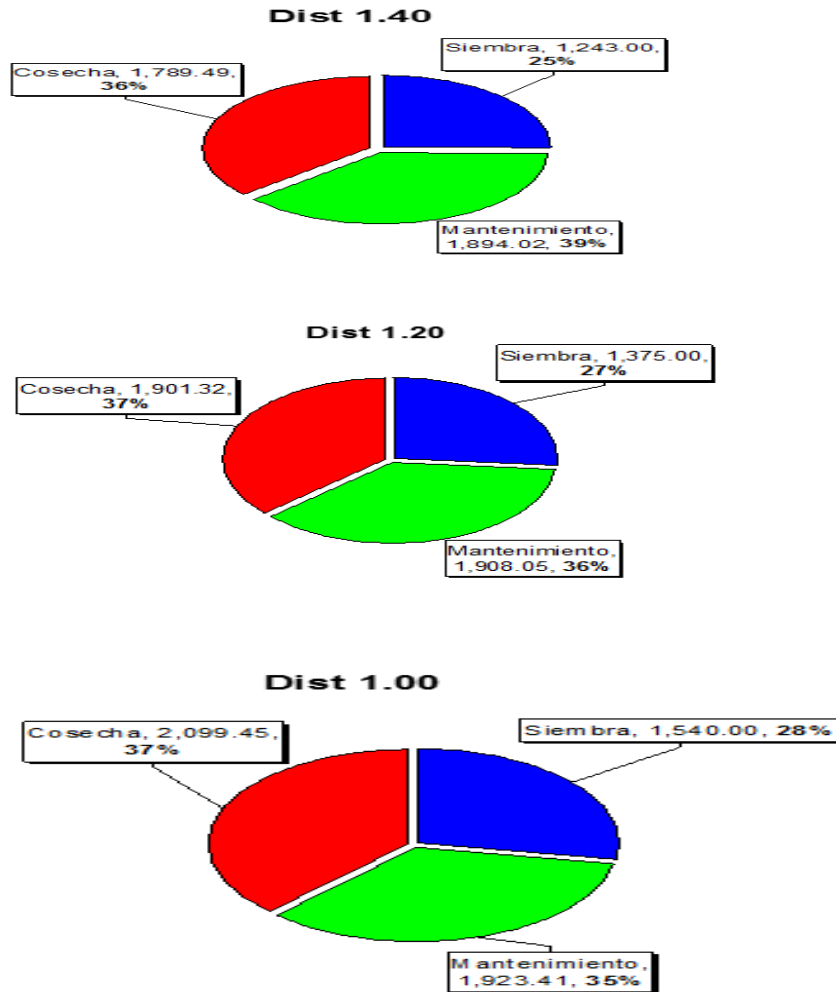
Fuente: La Investigación

Composición de los costos.

Cuando se analiza la composición de los costos (figura 11) para cada una de las distancias puede apreciarse que el aumento de los costos en las distancias estrechas está relacionado con el aumento del costo de siembra (las distancias estrechas requieren mayor cantidad de semilla) y el corte posterior de la semilla (las distancias estrechas producen mayor cantidad de semilla) sin embargo el costo de mantenimiento disminuye con la disminución de las distancias, asociado a un cierre más temprano de campo lo que implica una menor cantidad de labores de limpia.

Figura 11.- Composición de costos para cada una de las distancias estudiadas.





Fuente: La Investigación

Indicadores económicos seleccionados

En el cuadro 11 aparece el resumen de los indicadores económicos seleccionados, se puede apreciar como el costo total aumenta con la disminución de las distancias lo mismo para el costo fijo dado por el aumento de la cantidad de semilla que para el costo variable dado por el aumento de producción del campo. No obstante, con la disminución de la distancia, aumenta también el margen bruto de utilidad (precio de venta – costo de producción por tonelada) y el nivel de producción de los campos por lo que aumenta considerablemente el ingreso total y la ganancia por hectárea (\$2,500.51). Finalmente es de destacar que disminuyendo el marco de siembra se incrementa la relación beneficio/costo y se disminuye significativamente el costo de la tonelada de semilla.

Cuadro 11.- Resumen de indicadores económicos seleccionados para cada una de las distancias de siembra estudiadas.

Variables		Distancia			
		1.6 m	1.4 m	1.2 m	1.0 m
Costo total	\$/ha	4,598.31	4,926.51	5,184.37	5,562.86
Costo fijo	\$/ha	3,071.72	3,137.02	3,283.05	3,463.41
Costo variable	\$/t	1,526.59	1,789.49	1,901.32	2,099.45
Margen bruto de utilidad	\$/t	28.54	34.01	34.57	36.19
Producción	t/ha	72.35	84.81	90.11	99.50
Ingreso total	\$/ha	6,663.44	7,811.00	8,299.13	9,163.95
Ganancia total	\$/ha	2,065.13	2,884.49	3,114.76	3,601.09
Beneficio/Costo		1.45	1.59	1.60	1.65
Costo /t de semilla	\$/t	63.56	58.09	57.53	55.91
Punto de equilibrio	t/ha	43.26	44.18	46.24	48.78

Fuente: La Investigación

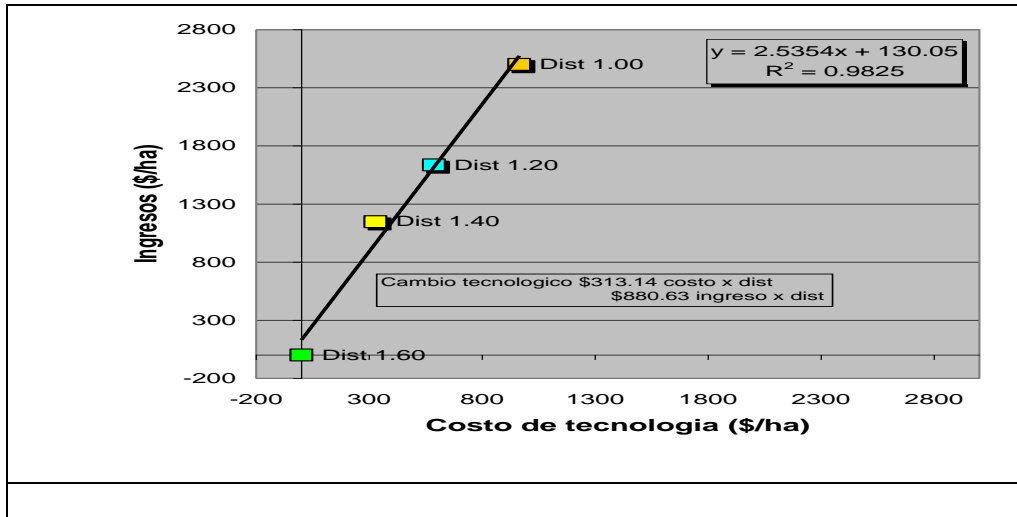
Ganancia marginal

Se ha definido como ganancia marginal en incremento de dinero que se puede obtener con un cambio en la tecnología, por ejemplo para cambiar de la distancia de 1.6 m entre hileras a 1.4 m de cuánto dinero habría que disponer y que ganancia debía esperarse.

En el figura 12 aparece el análisis marginal en él se ubicaron las distancias agrupadas por su costo de menor a mayor en el eje de las x y los ingresos en el eje de las y. Para el análisis se considera que el costo de la tecnología de menor es “0” por lo que su costo se descuenta de las demás, lo mismo se establece para el ingreso que se considera “0” y se descuenta de las demás.

Cuando se dibujan en un gráfico los valores marginales se puede apreciar que la relación es lineal quedando distribuidos en orden 1.6; 1.4; 1.2 y 1.0 metros de distancia entre hileras pudiendo inferirse que reducir la distancia de siembra en 20 cm. cuesta aproximadamente \$313.14 por cada hectárea y el ingreso esperado es del orden de \$880.63, dicho de otra forma por cada peso invertido en reducción de distancia de siembra para caña de semilla se recuperan 2.54 pesos.

Figura 12.- Análisis marginal de las distancias entre hileras estudiadas.



Fuente: La Investigación

5. Conclusiones

1. La distancia de siembra y la interacción V x D no afectan la calidad de la semilla por lo que distancias reducidas entre hileras pueden ser utilizadas en la producción de semilla comercial.
2. Aunque la producción de t de caña/ha varía con la variedad y con la distancia no existe interacción V x D. lo que determina que independientemente de la variedad las distancias estrechas produzcan más que la tradicional de 1.6 m.
3. El cambio de tecnología a marcos de siembra más reducidos produce ganancias marginales del orden de 2.54 pesos por cada peso invertido. Una disminución de 20 cm. de distancia entre surcos cuesta 313.14 pesos por hectárea y genera 880.63 pesos por hectárea por lo que reducir las distancias resulta rentable.

5.1 Recomendaciones

1. Reducir el marco de siembra hasta 1 metro de distancia entre hileras para incrementar la producción de semilla y disminuir los costos de producción.
2. Difundir el presente estudio como material de consulta para implementar el cambio tecnológico en los bancos de semilla básicos y registrados.
3. Utilizar el presente material como texto de consulta para la preparación docente de los profesionales del ramo.

6. Referencias

Álvarez, A. 2006: El verdadero ahorro está en aumentar los rendimientos por hectárea. ATAC No. 2/2006 p. 37-42.

Anónimo 1, 1979. Espaciamiento entre surcos. Estación Experimental de Zimbawe. Reporte de los años 1978 y 1979. (Z.S.A). Asociación Azucarera de Zimbawe.

Anónimo 2, 1995. Sugar cane Industry in Aswan Governorate and Egypt. Pág. 110-123. Anónimo 1997. Reporte anual del B.S.E.S. Australia.

Asociación Naturland – Agricultura Orgánica en el Trópico y en el Sub trópico, 2000, Guía para 18 cultivos – Caña de Azúcar – 1ra edición.

Barroso Rodríguez, G., 2007, Evolución de la Composición varietal en la provincia de Matanzas en el quinquenio 2001-2005. – 60 Aniversario de la Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar Antonio Mesa – Jovellanos mayo 2007.

Bull, T.A 1975. Espacio entre surcos y productividad potencial en la caña de azúcar. Agronomy Journal (EEUU) Vol. 67, No. 3, May-June pág. 334-339.

Chávez, M. A. 1986. La semilla, elemento determinante en la productividad de la caña de azúcar. Boletín Informativo DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar) Boletín No. 20. No.4. Año 3. Abril 1985. pág. 2-3.

Cirilo A.G. 2000. Distancia entre surcos en maíz. Revista de Tecnología Agropecuaria INTA. Pergamino. Vol. V. Nro 14. Segundo Cuatrimestre: Mayo/ Agosto 2000. pág. 19-23.

Cuellar, A. I. 1996. Informe de la visita realizada a África del Sur. INICA – MINAZ. 14 pág.

Cuellar, A. I.; Villegas R.; De León M.E: 2002, Álvaro Reynoso 140 años después. Impresiones gráficas del MINREX. Ciudad de la Habana, Cuba. Pág. 29 - 39.

Cuellar, A. I.; Villegas R.; De León M.E y Pérez, H.: 2002 a, Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba. Editorial PUBLINICA. Ciudad de la Habana, Cuba, pág. 87-95.

Cuellar, A. I. De León M.E., Gómez A., Dolores Piñón, Villegas R., Santana I.: 2003, Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad. PUBLINICA. Cuba.

Cuesta, A., R. García y M. García, 1990. Comportamiento de diferentes distancias entre hileras en la provincia de Cienfuegos. Memoria de las BTJ. Cienfuegos.

Díaz, J.C., J. I. Martínez, M. L. Ruiz, R. M. García, I. Creach, I. García, R. Zuaznabar, N. Arzola, J. Piñero, D. Hernández, N. Santos y R. Martínez., 1995. Incidencia de espaciamientos estrechos de plantación en caña de azúcar en el desarrollo, control de malezas, rendimientos y eficiencia económica. Ponencia X Fórum de Ciencia y Técnica. Ciudad Habana.

DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar). 2001. Aspectos básicos para lograr altos rendimientos en el cultivo de la caña de azúcar. San José, CR., noviembre. Disponible en www.infoagro.go.cr/tecnologia/cana/cana2.htm.

Digonzelli, P.; E. Brito; J. Giardina; J. Scandaliaris y E. Romero. 2005. Caña semilla de alta calidad: insumo vital para mejorar la productividad de los cañaverales tucumanos. Avance Agroind. 26 (2): 13-16.

García, I. y L. A. Toledo. 1984. Efectos de distintos períodos de almacenaje de la semilla de caña y el momento de aplicación de riego, sobre la brotación de la yema. Revista Ciencia y Técnica de la Agricultura Cañera No. 1. La Habana, p. 101 -118,

García, R. M., J. C. Díaz, Regla M. Alomá y M. García, 1997. Marcos estrechos de plantación en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Análisis y reflexiones de su introducción y resultado. Resúmenes. Diversificación 97. Ciudad Habana.

Hilton, H. W. 1980. Un análisis de la influencia del espaciamiento entre surcos y el espaciamiento entre semillas sobre los rendimientos azucareros en la caña de azúcar. Hawaiian Sugar Planters Association, Hawaiian Planter's Record (USA), V 59 (12) 8 p.

Irvine, J. E. y Brenda, G.T.A., 1980. Sugar cane spacing. I. Historical and theoretical aspects. Proceedings 17th Congress ISSCT. Agronomy Section. Manila. Philippines, pag. 350-356.

Matherne, R. J., 1978, Efecto del espaciamiento entre surcos sobre el rendimiento de la caña de azúcar en Louisiana. Laboratorio de azúcar del Instituto de Servicios Agrícola Houma.

Piñero, J. A., I. García e I. Creach., 1988. La distancia entre surcos y su influencia sobre la población y los rendimientos de la caña de azúcar en tres tipos de suelo. Resúmenes 45 Congreso de la ATAC. La Habana.

Piñero, J. A., R. Zuaznabar y R. M. García., 1989. Estudio de distancia de plantación en el cultivo de la caña de azúcar. Informe INICA, Departamento de Agronomía. 10 pág.

Ricaud, C., J. C. Autrey., 1979. Identity and importance of sugar cane rust in Mauritius. Sugarcane Pathologist's Newsletter, 22, pp. 15-16.

Shanmugasundaram, S. y K. Venugopal, 1979, Row spacing, sett rate and population control in relation to cane and sugar yield of sugarcane – A Review. Indian Sugar. January. p. 685 - 693.

Shing, S. F. y G. J. Gascho. 1980, Sugarcane stalk distribution in two row spacing Department of Agronomy. IFAS – University of Florida. pág 38-50. Proceeding XVII Congress ISSCT Filipinas. Proceeding XVII Congress ISSCT. Filipinas.

Thompson, G. D. 1962. Los efectos del espaciamiento de las hileras de caña de azúcar en Natal. XII Congreso de la ISSCT, P. Rico.

Thompson, G. D. and J. L. du Toit, 1965. The effect of row spacing on sugarcane crops in Natal. Proceedings of XII Congress ISSCT. Agriculture Section. Puerto

CONDICIONES DEL SUELO POR USO DEL GLYFOSATO E INCIDENCIA EN EL CULTIVO DE PAPAYA (CARICA PAPAYA L.), EN EL CANTON SANTO DOMINGO, ECUADOR.

MsC. Julio Cesar Caicedo Aldaz

juliocesarcaicedo@hotmail.com

Universidad Técnica “Luis Vargas Torres”. Ecuador

PhD. Julio Cesar Rivadaneira Zambrano

jucrizam@hotmail.com

Estación Experimental Santo Domingo, Ecuador

Resumen

La presente investigación se realizó en suelo sembrado con papaya (*Carica papaya*) constituido como uno de los más importantes de la zona de Santo Domingo. El control de malezas constituye uno de los problemas más difíciles en este cultivo razón por la cual se estudió el uso del glifosato y repercusión en el ecosistema a través del manejo de malezas. Con la ejecución de la investigación, se pretende dilucidar si el herbicida glifosato era la causa de problemas que se presentan en el cultivo de papaya, tales como: reducido el rendimiento de fruta, residualidad del herbicida, afectación a microorganismos, además de comprobar si limitaba o impedía la absorción de macro y micronutriente por la planta. El diseño de la investigación en campo consistió, en aplicaciones del herbicida en diferentes dosis y frecuencias, sobre malezas en crecimiento en área sembrada con papaya. Las evaluaciones se centraron en la obtención de muestras de suelos y foliares del área aplicada, para su análisis químico a nivel de laboratorio. Se concluye que no existe residualidad del glifosato, por la desactivación casi en su totalidad en contacto con el suelo, los niveles encontrados son menores que los límites de detección y cuantificación, de acuerdo al método de Spann y Hargreaves. Se encontró que el herbicida no afecta a microorganismos existentes en el suelo, no limita la absorción de macro y micro nutriente del suelo, por la presencia de ellos a nivel foliar, de acuerdo al análisis respectivo. La hipótesis en que se planteó que la constante aplicación de glifosato en el manejo de malezas en el cultivo de papaya incidía de manera significativa en el deterioro del suelo, hipótesis que se descartó con los resultados del laboratorio.

Palabras claves: análisis químico, control de malezas, microorganismos muestras de suelo y foliar, residualidad.

Abstract

This research was conducted in soil planted with papaya (*Carica papaya*) constituted as one of the most important in the area of Santo Domingo. Weed control is one of the most difficult problems in this crop why glyphosate use and impact on the ecosystem through the studied weed management. With the execution of the research is to determine whether the herbicide glyphosate was the cause of problems that occur in the cultivation of papaya, such as reduced fruit yield, residual herbicide, affectation microorganisms, in addition to checking if limited or prevented macro and micronutrient absorption by the plant. The design of field research consisted of herbicide applications in different doses and frequencies on weeds growing in area planted with

papaya. Assessments focused on obtaining samples of soil and foliar applied area, for chemical analysis in the laboratory. It is concluded that there is no residual glyphosate, by disabling almost entirely in contact with the ground, the levels found are lower than the limits of detection and quantification, according to the method of Hargreaves and Spann. It was found that the herbicide does not affect microorganisms in the soil, it does not limit the absorption of macro and micro nutrient soil, by their presence at leaf level, according to examination. The hypothesis that was proposed that the constant application of glyphosate in weed management in the cultivation of papaya significantly impinged soil deterioration, hypothesis was discarded with the lab results.

Keywords: chemical analysis, weed control, soil microorganisms and leaf samples, residual.

1. Introducción

La papaya es una fruta de consumo masivo en Ecuador (15 kg *per cápita*, la introducción al mercado del híbrido "Solo Sunrise", dio respuesta para aumentar el consumo de esta fruta a nivel nacional y de exportaciones, lo cual implica un aumento en las áreas de siembra. Es de rápido crecimiento, dependiendo de la variedad y manejo, la cosecha se inicia a los 10 meses de siembra desde la siembra. Uno de los rubros de mayor atención es el control de maleza. Masri (1993) sostiene que el sistema radical en la planta es muy superficial por lo que es más afectado por las malezas. Según Guzmán (1998), la recomendación tradicional del control de malezas se basa en la aplicación de herbicidas paraquat y glifosato en bandas y entre calles, evitando el contacto con el cultivo. Arias y Gamboa (1995), sostienen que productores combaten las malezas, *Spermacoce* sp, *Cissus sicyoides*, *Melanthera* sp, con aplicaciones de mezcla, glifosato y 2,4-D. Agregan que el 2,4-D es muy tóxico para la papaya, así como el Benlate o mancozeb para el control de enfermedades.

Aplicaciones de glifosato mostraron a los 60 días un control eficiente en malezas de hoja angosta, pero no en hojas ancha (Arias B, 2004). Bogantes (2004), afirma que existen indicios que el glifosato este ocasionando mal formaciones y enfermedades cancerígenas en pobladores y descendientes, básicamente por los residuos de glifosato en el suelo. Acuña A. 2010, probó que dosificaciones altas de glifosato aplicadas al suelo para controlar malas hierbas (malezas), provocan la destrucción de microorganismos vivos, que ayudan al mejoramiento y oxigenación de textura y estructura del mismo. Estudios recientes indican que los herbicidas en base a glifosato pueden ser altamente tóxicos para animales y humanos. (Kaczewer, 2002), agrega que quienes realizaron los primeros estudios toxicológicos del herbicida, para el registro y aprobación, han sido procesados legalmente por el delito de prácticas fraudulentas tales como falsificación rutinaria de datos y omisión de informes.

Agüero. 2008, realizaron estudios en ratas, demostrando que no causan efectos mutagénicos (cambios genéticos en la descendencia) ni efectos reproductivos (dificultades para concebir ni deformaciones de fetos).

Bogantes. (2011), posterior a estudios de toxicidad revelo efectos adversos en todas las categorías estandarizadas de pruebas toxicológicas de laboratorio en la mayoría de las dosis ensayadas: toxicidad subaguda (lesiones en glándulas salivales), toxicidad crónica (inflamación gástrica), daños genéticos (en células sanguíneas humanas), trastornos reproductivos (recuento espermático disminuido en ratas; aumento de la frecuencia de anomalías espermáticas en conejos), y carcinogénesis (aumento de la frecuencia de tumores hepáticos en ratas macho y de cáncer tiroideo en hembras). Informe, elaborado por una comisión, concluye que "existen impactos y daños graves

en el ecosistema y salud de habitantes de la frontera", según Jaime Barberis, Subsecretario de Soberanía Nacional y Desarrollo Fronterizo de Ecuador. El estudio, "El sistema de aspersiones aéreas del Plan Colombia y sus impactos sobre el ecosistema y salud en la frontera ecuatoriana", ratifica la preocupación del gobierno y de instituciones como la ONU.

El movimiento y persistencia del glifosato en suelos es variada, de acuerdo con la Asociación Protectora del Ambiente (EPA) el glifosato que llega al suelo es fuertemente adsorbido, aún en suelos con bajos contenidos de arcillas y materia orgánica. Aunque es altamente soluble en agua, se considera que es inmóvil o casi inmóvil, permaneciendo en las capas superiores del suelo, siendo poco propenso a la percolación y con bajo potencial de escorrentía, excepto cuando es adsorbido por material coloidal o partículas suspendidas en el agua.

Investigadores afirman que el glifosato puede ser fácilmente sorbido (liberarse de la partícula del suelo) en algunas clases de suelo, siendo muy móvil en el ambiente del suelo (Dinham, 1998). En un suelo, el 80% del glifosato adicionado se disolvió o se soltó en un período de dos horas (Guzman 1998). Las pérdidas por volatilización o foto descomposición son insignificantes, pero es descompuesto por microorganismos, reportándose vidas medias en el suelo (tiempo que tarda en desaparecer la mitad de un compuesto del ambiente) de alrededor de 60 días (2 meses) según la EPA y de 1 a 174 días (casi 6 meses) para otros. Sin embargo, la EPA añade que en estudios de campo los residuos se encuentran a menudo al año siguiente.

En estudios referentes a larga persistencia del glifosato en suelos, se considera que la degradación inicial es más rápida que la degradación posterior (lo que permanece), resultando en largo tiempo de persistencia. Esta situación se ha encontrado en varios estudios, resultando en 249 días en suelos agrícolas y entre 259 a 296 días en ocho sitios forestales de Finnish; 335 días en sitio forestal de Ontario (Canadá); 360 días en tres sitios forestales en Columbia Británica (Canadá); y de 1 a 3 años en 11 sitios forestales de Suecia.

Existen indicios que el producto ocasiona enfermedades en pobladores y descendientes, como: cáncer, niños con capacidades especiales y mal formaciones en el cuerpo, por los residuos de glifosato en el suelo. Aparentemente en los últimos años, en suelos sembrados con papaya, se observa un deterioro, atribuido a aplicaciones excesivas de glifosato, como consecuencias, posible fijación de nutrientes, variación del pH del suelo, transmisión de residuos de glifosato a corrientes de agua subterráneas, y reacciones negativas en la salud humana. El glifosato (N-fosfonometil glicina, $C_3H_8NO_5P$, CAS 1071-83-6) es un herbicida no selectivo de amplio espectro, considerado herbicida total, desarrollado para eliminación de hierbas y arbustos, en especial los perennes. Es absorbido por las hojas, no por raíces, por ello se aplica a hojas, inyectarse a tallos, o asperjarse sobre tocones como herbicida forestal.

Aguilar (1997), demostró que las formulaciones y productos metabólicos de Roundup causan la muerte de embriones, placentas, y células umbilicales humanas *in vitro*, aún en bajas concentraciones (1×10^{-5} veces la concentración recomendada para el uso). Aguilar (1998), agrega que en cualquier caso, las decisiones de las autoridades para permitir el empleo de un herbicida se basan en un conjunto de datos toxicológicos representativos del uso real, de forma que puedan esperarse los beneficios del control de malezas sin efectos adversos para personas o para el medio ambiente. En la Unión Europea, la última revisión de este herbicida fue completada bajo el liderazgo de Alemania y los resultados están expuestos por la Comisión Europea en el "Review report for the active substance glyphosate"

Se conoce que los efectos no son proporcionales a las concentraciones de Glifosato, sino que dependen de la naturaleza de los adyuvantes usados en la formulación del herbicida. El subproducto de la degradación del glifosato, ácido aminometilfosfónico (AMPA) y el principal adyuvante polyoxyéthylène amine (POEA), dañan por separados y sinérgicamente las membranas celulares como el Roundup pero a diferentes concentraciones. Sus mezclas con Glifosato serían aún más dañinas según este estudio. Escobar (1995), sostiene que el glifosato, al igual que otros agro insumos modernos, son inactivados al contacto con calcio y/o magnesio, presente en suelos y agua, por tanto pierden su efecto sobre la vegetación, pero afectan la superficie del suelo y contaminan el nivel freático.

En dos ocasiones la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos encontró científicos falsificando deliberadamente resultados de pruebas realizadas en laboratorios de investigación, contratados por Monsanto para estudiar los efectos del glifosato. En el primer incidente estuvo involucrado la Empresa "Industria Biotest Laboratories", un revisor del EPA declaró después de la investigación sobre "falsificación de datos de rutina" que era "difícil de creer la integridad científica de los estudios cuando se dice que tomaron muestras de los úteros de conejos machos". En el segundo incidente sobre falsificación de resultados, ocurrido en 1991, el propietario del laboratorio (Craven Labs), y tres empleados fueron acusados en 20 cargos; el propietario fue condenado a 5 años de prisión y una multa de 50.000 dólares, el laboratorio fue multada con 15,5 millones de dólares y se le ordenó pagar 3,7 millones en restitución. Los laboratorios Craven habían realizado estudios para 262 empresas, entre ellas los plaguicidas de Monsanto (Guillermo, (2007).

Kaczewer (2002), sostiene que todo pesticida contiene, además del ingrediente "activo", otras sustancias cuya función es facilitar su manejo o aumentar su eficacia, denominados ingredientes "inertes", que no son especificados en las etiquetas del producto. En el caso de glifosato, se han identificado varios ingredientes "inertes", con el objeto de ayudar a penetrar en la planta. La mayoría de sus fórmulas comerciales incluye una sustancia química surfactante, por lo tanto, las características toxicológicas de los productos de mercado son diferentes a las del glifosato solo. La formulación herbicida más utilizada (Roundup) contiene el surfactante polioxietileno-amina (POEA), ácidos orgánicos de glifosato relacionados, isopropilamina y agua.

La siguiente lista de ingredientes inertes identificados en diferentes fórmulas comerciales en base a glifosato se acompaña con una descripción clásica de sus síntomas de toxicidad aguda.

Sulfato de amonio: Irritación ocular, náusea, diarrea, reacciones alérgicas respiratorias. Daño ocular irreversible en exposición prolongada.

Benzisotiazolona: eccema, irritación dérmica, fotorreacción alérgica en individuos sensibles.

3-yodo-2-propinilbutilcarbamato: Irritación ocular severa, mayor frecuencia de aborto, alergia cutánea.

Isobutano: náusea, depresión del sistema nervioso, disnea.

Metil pirrolidinona: Irritación ocular severa. Aborto y bajo peso al nacer en animales de laboratorio.

Ácido pelargónico: Irritación ocular y dérmica severas, irritación del tracto respiratorio.

Polioxietileno-amina (POEA): Ulceración ocular, lesiones cutáneas (eritema, inflamación, exudación, ulceración), náusea, diarrea.

Hidróxido de potasio: Lesiones oculares irreversibles, ulceraciones cutáneas profundas, ulceraciones severas del tracto digestivo, irritación severa del tracto respiratorio.

Sulfito sódico: Irritación ocular y dérmica severas concomitantes con vómitos y diarrea, alergia cutánea, reacciones alérgicas severas.

Ácido sórbico: Irritación cutánea, náusea, vómito, neumonitis química, angina, reacciones alérgicas.

Isopropilamina: Sustancia extremadamente cáustica de membranas mucosas y tejidos de tracto respiratorio superior. Lagrimeo, coriza, laringitis, cefalea, náusea.

En Malabrigo, por aplicaciones de glifosato, las malformaciones alcanzaron una tasa de 12 en 200 nacimientos en el año. Kaczewer en alguno de sus estudios forzaron a reclasificar el glifosato, al revelar toxicidad en todas las categorías de pruebas toxicológicas: subaguda, crónica, daños genéticos, trastornos reproductivos y carcinogénesis, por ello, la EPA lo reclasificó como clase II, altamente tóxico, en tanto que la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo colocó en la categoría I, extremadamente tóxico.

Respecto de estudios disponibles acerca de efectos cancerígenos, todos fueron conducidos para y por sus fabricantes, sin embargo, el glifosato contiene el contaminante N-nitroso glifosato (NNG), o este compuesto puede formarse en el ambiente al combinarse con nitrato (presente en saliva humana o fertilizantes), y se sabe que la mayoría de compuestos N-nitroso son cancerígenos.

Por lo expuesto, en virtud de la naturaleza de la investigación y de la formación como profesional agrícola, se planteó el presente estudio que tuvo como objetivos:

- Determinar la residualidad del herbicida en el suelo,
- Comparar la residualidad en varias dosis de glifosato
- Observar la incidencia en microorganismos
- Determinar la limitación en la reproducción de colonias
- Observar la incidencia en la materia Orgánica

Tratamientos o dosis en estudio

Para cumplir con los objetivos se formularon a nivel de campo, cuatro tratamientos o dosis de aplicación de glifosato:

- A 1	3 aplicaciones al año	1,0 lt/ha/año	Total	3,0 l
- A 2	1 aplicación al año	1,2 lt/ha/año	Total	1,2 l
- A 3	2 aplicaciones al año	1,5lt/ha/año	Total	3,0 l
- A 4	4 aplicaciones al año	1,8lt/ha/año	Total	7,2 l

Diseño de campo

A nivel de campo los tratamientos fueron distribuidos en un Diseño de Bloques Completo al Azar, con tres repeticiones, que suman 12 parcelas experimentales. Parcelas de las cuales se obtuvieron las muestras de suelos, foliar y de microorganismos para su evaluación y cuantificación.

VARIABLES EVALUADAS

- Residuo de glifosato
- Incidencia en microorganismos
- Distribución de UFC (Unidades Formadoras de Colonias)
- Incidencia en materia orgánica
- Limitación en la absorción de nutrientes y valores de pH.

3 Metodología

La investigación se realizó en la parroquia Puerto Limón del Cantón Santo Domingo, provincia Tsachilas. La variedad de papaya utilizada fue el híbrido “Solo Sunrise”, de buen comportamiento productivo.

La metodología implementada en el desarrollo de la investigación, fue la comúnmente utilizada en centros de investigaciones para el manejo experimental de campo, básicamente mediante el concurso de los métodos de inducción y deducción. Las evaluaciones se orientaron a la recolección de muestras de suelos, hojas y microorganismos, para su análisis químico y de cuantificación.

Los análisis físicos químicos de las muestras, fueron realizados en el Laboratorio de AGROCALIDAD del MAGAP, ubicado en la ciudad de Tumbaco, provincia de Pichincha.

4. Resultados

Residuo de glifosato en el suelo

Resultados de laboratorio, de análisis en el suelo, según Método Spann y Hargreaves muestran mínima presencia de residuos de glifosato, según Tabla No. 1 y Gráficos 1 y 2. Los valores registrados en suelos con aplicaciones de cuatro dosis y frecuencia del herbicida, para Límite de Detección y Límite de Cuantificación se establecen en 200 y 600 partes por billón (ppb), respectivamente; aparentemente son valores considerados extremadamente bajos, y por su cuantificación (niveles) encontrada, se pueden considerar que no son perjudiciales o contaminantes para la fauna y flora presente en el área aplicada.

Tabla 1. Valores promedios de residuo de glifosato

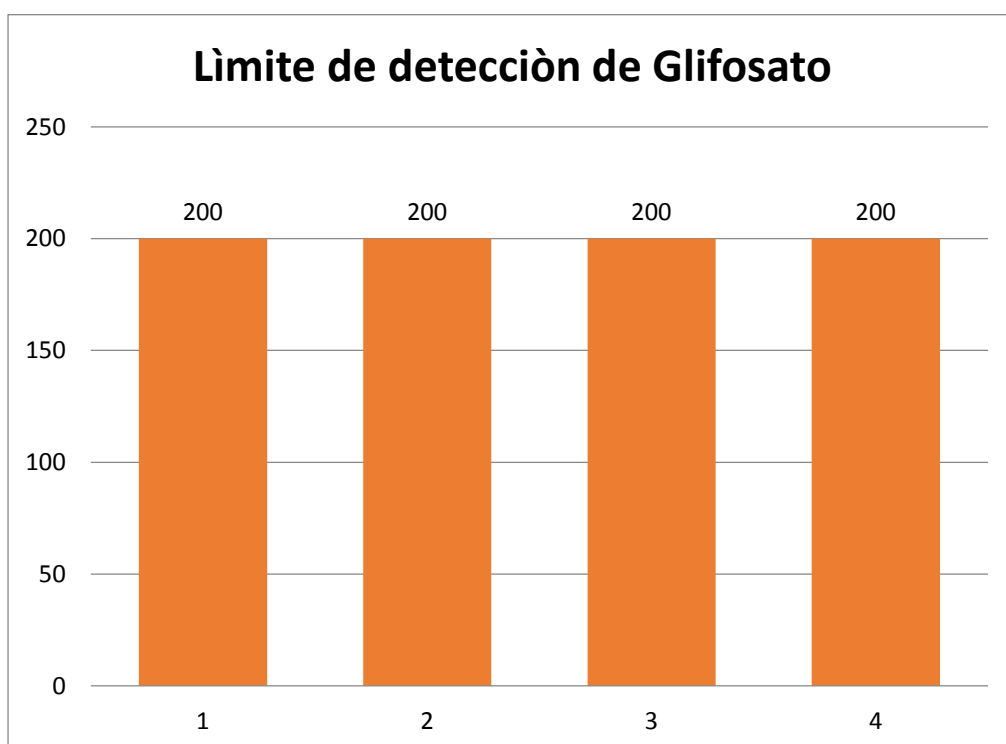
Código de muestra	Nombre de la muestra	Plaguicida detectado	Residuos encontrado ppb	LD ppb	LC ppb	LMR ppb
A1	4A1 (1 L)	Glifosato	<LD	200	600	
A2	4A2 (1.2)	Glifosato	<LD	200	600	
A3	4A3 (1.5)	Glifosato	<LD	200	600	
A4	4A4 (1.8)	Glifosato	<LD	200	600	

Ld: límite de detección Lc: Limite de cuantificación LMR: límite máximo de residuo

Fuente: Método Spann y Hargreaves.

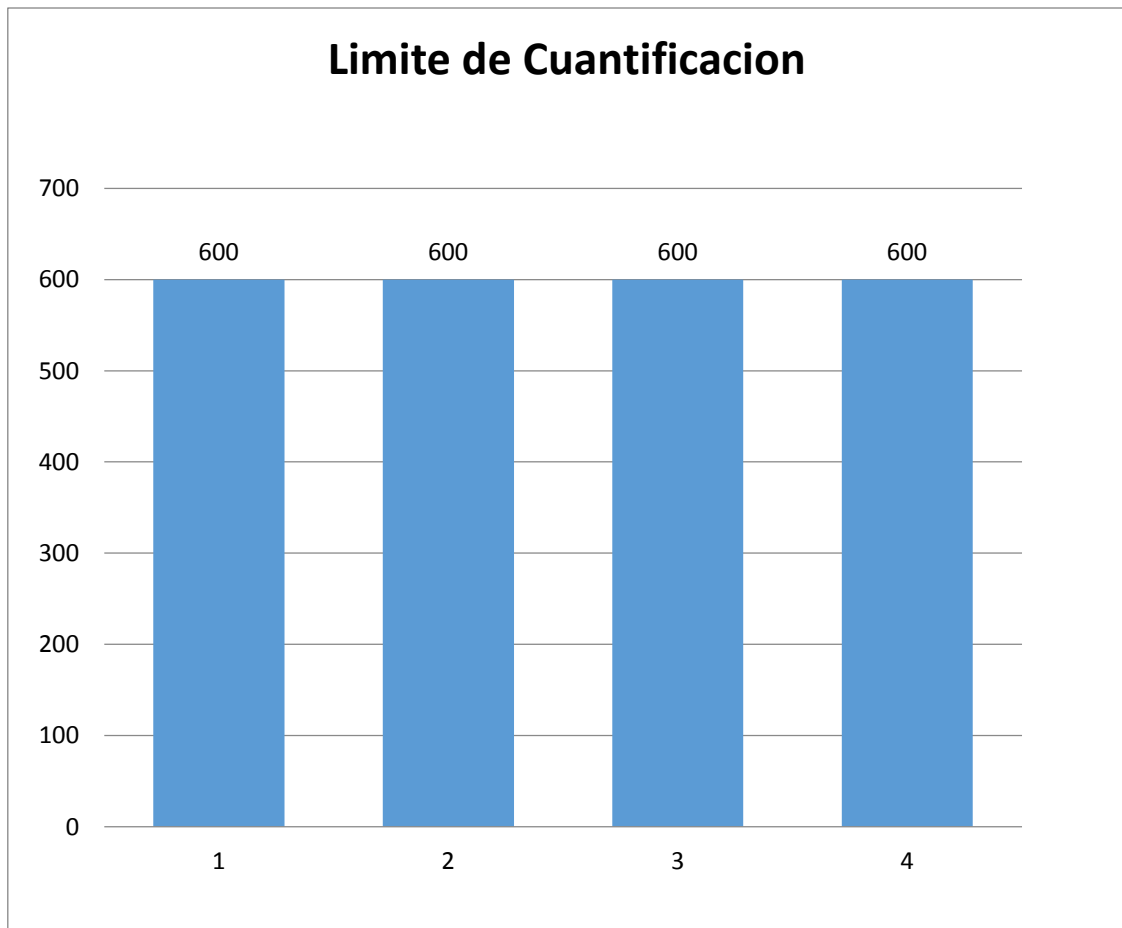
Los valores de residuos de Glifosato encontrado en el suelo, se encuentra por debajo de los límites de detección y límites de cuantificación permitidos, es decir no se lo puede detectar ni cuantificar, por lo tanto y en relación a la presente investigación de carácter descriptiva, inductiva y deductiva, y frente al establecimiento inicial de una hipótesis nula, se presume que no existe niveles en los residuos de glifosato que perjudiquen al suelo y sus componentes en los lotes y/o áreas de papaya con aplicaciones 1, 1.2, 1.5, y 1.8 litros por hectáreas del producto (Grafico 1 y 2).

Gráfico 1. Niveles de Límites de Detección de Glifosato.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2. Niveles de Limite de Cuantificación de Glifosato.



Fuente: Elaboración Propia.

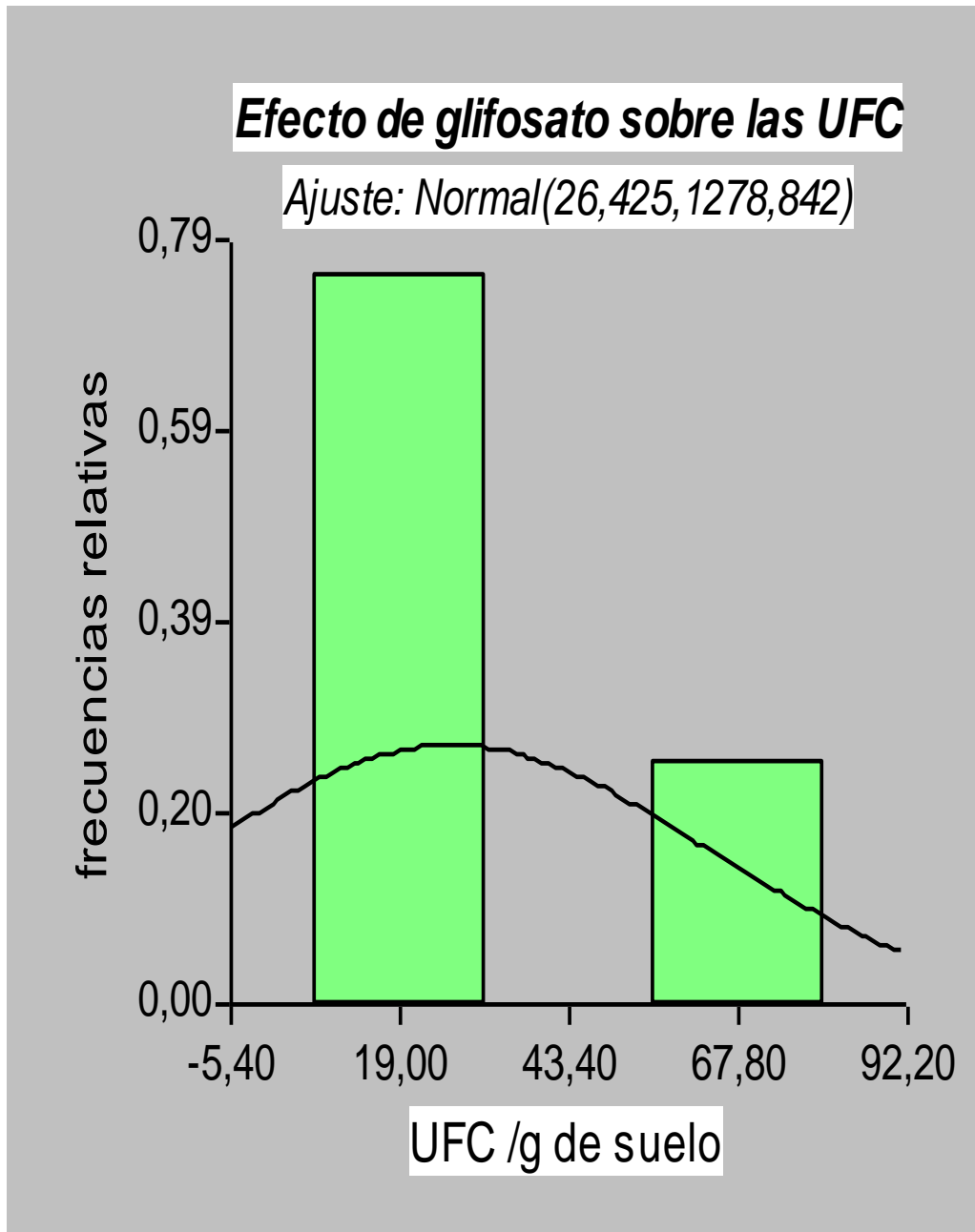
Incidencia de residuos de glifosato en Microorganismos.

En la variable efecto del glifosato en las Unidades Formadoras de Colonias (UFC), con dosis de 1, 1.2, 1.5 y 1.8 litros/hectárea año, con cuatro aplicaciones de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, se puede determinar que los valores normales dentro de la curva de Gauss, se encuentran entre 19.000.000 y 67.000.000 de UFC, lo cual está dentro de los parámetros normales de UFC en el suelo, sin embargo según Lidiet Uribe, del laboratorio de microbiología de suelos. 1999, indica que los valores mínimos son de 1.000.000 a 100.000.000 UFC. Lo cual el herbicida glifosato en esas dosis no influye en la cantidad y se encuentra dentro de los valores normales.

Distribución de Unidades Formadoras de Colonias.

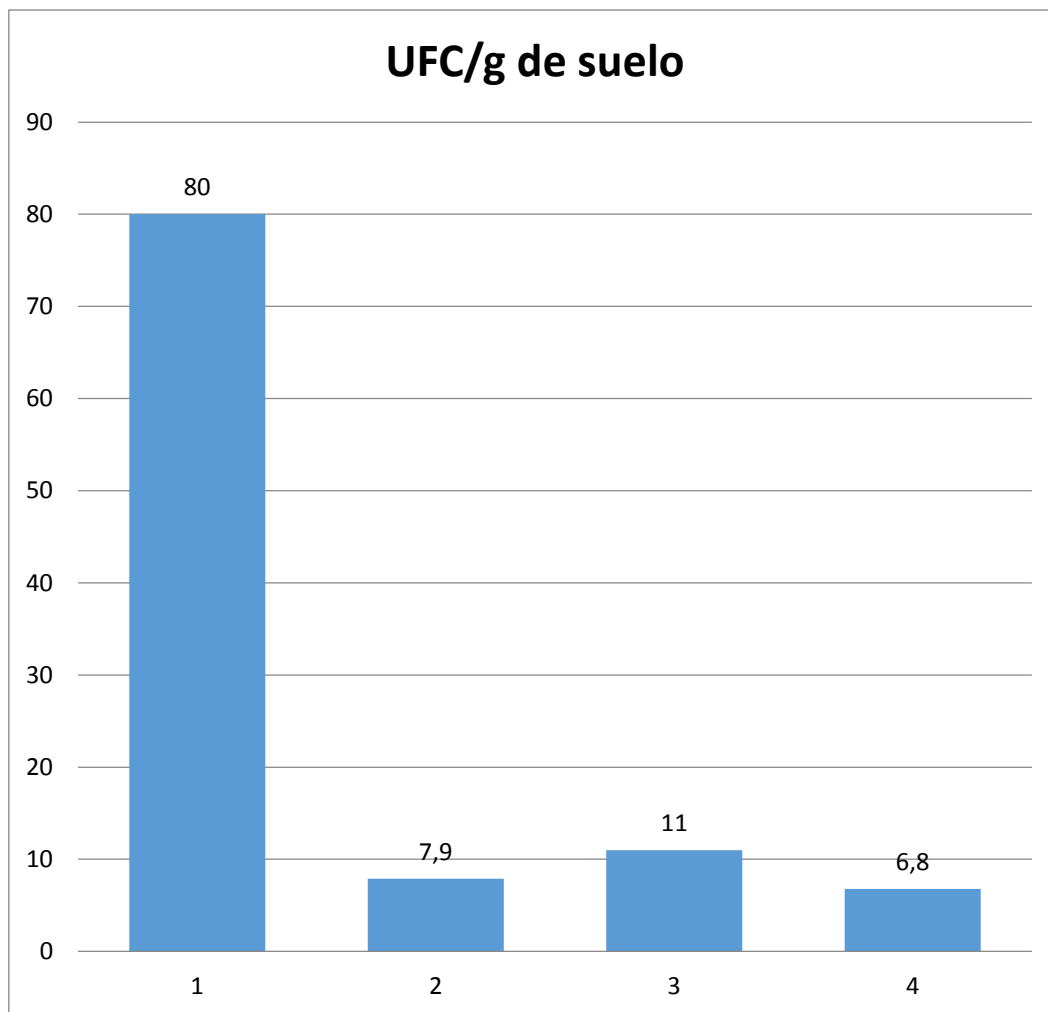
La distribución de las unidades de formación de colonias en el suelo, según Grafico 3, se encuentra en un rango entre 19.000.000 y 67.000.0000 por gramo de suelo, con las dosis de glifosato sometidas a evaluación.

Grafico 3. Distribución unidades formadoras de colonias (UFC). Curvas de Gauss.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4. Efecto de glifosato en el suelo sobre las UFC, curva normal de Gauss, con dosis de 1-1.2-1.5-1.8 l/ha, en 4 aplicaciones al año, fincas con cultivo de papaya. Santo Domingo 2012.



Fuente: Elaboración Propia.

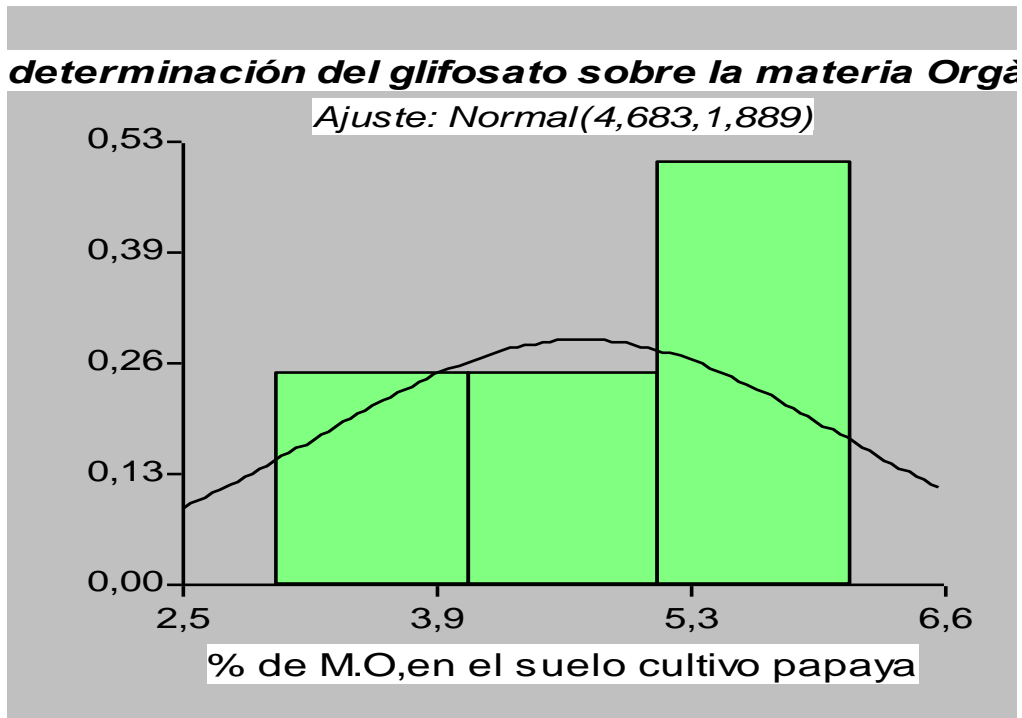
Tratamientos, dosis de glifosato

En la investigación para determinar el efecto de residuos de glifosato en el suelo sobre las Unidades Formadoras de colonias, con dosis de 1-1.2-1.5-1.8 l/ha en 4 aplicaciones al año, fincas con cultivo de papaya. Santo Domingo 2012.

Incidencia de residuos de glifosato en materia Orgánica

Los resultados obtenidos en laboratorio, en la variable materia orgánica (M O), posterior a aplicaciones de glifosato en cuatro dosis, muestra que el contenido en el suelo es de 2,5 %. En consideración y comparación a la distribución de la curva normal da Gauss (Grafico 5 y 6), los valores confiables de M.O se encuentran entre 3.9 y 5.3 %., es decir esta en los niveles permisibles.

Gráfico 5. Efecto de glifosato sobre la Materia Orgánica en el suelo. Curva normal de Gauss.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 6. Niveles de Materia Orgánica en suelos aplicado con glifosato.



Fuente: Elaboración Propia.

5. Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación, se relaciona a varios criterios de investigadores que van desde la selección del pesticida, uso y consideración en el manejo y/o aplicación en el campo. La residualidad es uno de los principales factores a considerar, no solo en herbicidas sino en insecticidas, fungicidas, etc., situaciones que pueden superadas cuando existe el deseo de ser

eficiente en el cumplimiento de una función y estar consciente de la obligación de proteger al medio ambiente.

La mínima cantidad de residuos de glifosato en el suelo, en la presente investigación, por los niveles encontrados, se pueden considerar que no son perjudiciales o contaminantes para la fauna y flora presente en el área aplicada, resultados que se relaciona al criterio, de que si bien el glifosato es inactivado al contacto con el suelo y con elementos como calcio y/o magnesio, no actúan sobre la vegetación, pero si pueden afectar la presencia de microorganismos y contaminación de agua y ambiente como lo sostiene Escobar, 1995. De alguna manera la afección se realiza cuando las aplicaciones son demasiadas altas, sin considerar la época de aplicación, las características pedológicas y texturales de los suelos, ya puede ser fácilmente de sorbido (liberarse de la partícula del suelo) en algunas clases de suelo, siendo muy móvil en el ambiente del suelo como lo sostiene Dinham, 1998.

Las dosis utilizadas en la evaluación presentan mínimas diferencias de afección en microorganismos, evidenciado por las diferencias en las cantidades aplicadas, al respecto se conoce que la efectividad del glifosato en el control de maleza, está dado por la cantidad y componentes en las formulaciones, consideradas como material inertes, que ayudan a la penetración en los tejidos de las plantas, para causar el daño, entre ellos, el ácido aminometilfosfónico (AMPA) y el principal adyuvante polyoxyéthylène amine (POEA).

Si bien las dosis aplicadas afectan la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC), sin embargo de ello las remanentes o cantidades sin afectar, están sobre los niveles permisibles, similar caso sucede con la incidencia del glifosato a la presencia de materia orgánica en el suelo, por cuanto los resultados están sobre los niveles aceptados, según la Curva de Normal de Gauss.

Los resultados de análisis químicos de hojas en las plantas de papaya, muestran niveles adecuados para el mejor desarrollo y producción del cultivo, por ello las aplicaciones de glifosato, aun en las dosis mayores no afectan o limitan la capacidad de absorción de las raíces de las plantas de los principales elementos químicos considerados esenciales. De manera similar las evaluaciones de pH en el suelo promedian valores de 6.38, nivel considerado adecuado para el desenvolvimiento de las diferentes reacciones físicas químicas del suelo.

6. Conclusiones

De los resultados obtenidos se concluye:

1. Que existe residuos de glifosato en el suelo, pero su nivel se encuentra por debajo de los límites de detección y cuantificación, valores que no representan acumulación residual que ocasionen algún daño al suelo y sus componentes.
2. Los niveles de microorganismos del suelo, son afectados en su cantidad, pero se encuentran dentro de los niveles permisibles.
3. La cantidad o distribución de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), en el suelo, se encuentra en los rangos entre 19 y 67.80 g de suelo.
4. Los niveles de los macro y micro nutrientes en la planta están dentro de los niveles aceptados, por lo que el glifosato no limita la asimilación de ellos.

5. El pH del suelo, no es afectado por las aplicaciones de glifosato, ya que se encuentra estable en un promedio de 6,38 considerado como un valor adecuado, creando un medio propicio para el buen funcionamiento del ecosistema del suelo.
6. La necesidad de hacer uso adecuado del glifosato, tomando en consideración dosis y época de aplicación, que permitan un uso eficiente y efectivo, para evitar la contaminación del medio ecológico.

7. Referencias

- Acuña, A. (2010). Control químico de *Spermacoce latifolia* en papaya (*Carica papaya*). In: Informe de protección de cultivos. Dirección de Investigaciones. MAG. San José, Costa Rica. p. 147-148.
- Agüero, R; Brenes, S; Rodríguez, A. (2008). Alternativas para el control químico de conde (*Syngonium podophyllum* Schott) en banano (*Musa* AAA). *Agronomía Mesoamericana* 19(2):285-289.
- Arias, V; Gamboa, C. 1995. Combate químico de *Spermacoce latifolia* (Syn: *Borreria latifolia*) en una plantación de pejibaye (*Bactris gasipaes*) para palmito en la zona Atlántica de Costa Rica. *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit* 28(2):01-12.
- Arizaleta, M; Anzalone, A; Silva, A. 2008. Efecto del uso de metsulfurón metil y glifosato sobre malezas asociadas a cafetales en Venezuela. *Bioagro* 20(2):79-88.
- Bogantes, A; Mora, E. 2011. Factibilidad técnica de la utilización de cobertura vegetal en papaya (*Carica papaya*) mediante la aplicación localizada de herbicidas. *Agronomía Mesoamericana* 15(2):193-199.
- Guzmán, DG. 1998. Guía para el cultivo de la papaya. Información Agropecuaria. Serie cultivos no tradicionales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. 74 p.
- InsuAgro (Insumos Agropecuarios). 2008. Barbechos químicos: Affinity + glifosato. (En línea). Consultado 28 agosto 2008. Disponible en <http://www.insuagro.com.ar/affinity1gr.htm>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2008. El control de malezas con aditivos garantiza buena producción de trigo. *Campo en acción*. (En línea). INTA. Argentina. Consultado 28 agosto 2008. Disponible en <http://www.bayercropscience.com.ar/pages/novedades2.php?id=1081>
- Masri, M. 1993. Rooting pattern and distribution of absorbing roots of papaya (*Carica papaya* L.) var. Eksotica. *MARDI Research Journal* 21(2):99-104.

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE *CUCURBITA MOSCHATA* DUCH POR CONTENIDO DE ALMIDÓN EN SEMILLA

Msc. Ginna Alejandra Ordoñez Narvárez

gaordonezn@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Resumen

Se determinó el contenido de almidón total (CAT) en la semilla de 21 genotipos de *Cucurbita moschata* Duchesne Ex. Poir. (2; 6; 28; 34; 79 y 80) incluidos padres y cruzamientos en tres generaciones endogámicas (S₀, S₁ y S₂) y como testigo el cultivar Unapal- Bolo Verde (BV), proveniente de la colección de cucurbitas del Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia Palmira. Se evaluó el Peso de semillas por fruto (PSPF), Peso Unitario de Semillas (PUS) y el Número Frutos por Planta (NFPL) como componentes de rendimiento. La semilla presentó composiciones de almidón total entre el 20 y 28%. El CAT más alto lo presentó el cultivar Unapal-BV con 28.65%, se destacó el cruzamiento 79x80 (S₀) con el 26.45%. El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas (P<0.01) para todas las variables entre generaciones y cruzamientos. Se seleccionaron 10 genotipos de mejor comportamiento utilizando un Índice de Selección Ponderado (ISP). El análisis de correlación mostró asociación significativa (P<0.05) entre el CAT y PSPF. El padre de mejores resultados para todas las variables evaluadas fue 79x79 en las tres generaciones endogámicas. La semilla de los genotipos de *Cucurbita moschata* evaluados y seleccionados presentaron un CAT mayor al 20%, lo que potencializa su contenido nutricional y su utilidad como materia prima para diversos usos alimentarios.

Palabras claves: Semilla de Cucurbita, almidón total, Fitomejoramiento, hortalizas, zapallo.

Abstract

Determined the total content of starch (CAT) in the seed of 21 genotypes of *Cucurbita moschata* Duchesne Ex. Poir. (2; 6; 28; 34; 79 and 80) including parents and crosses generations in three inbred (S₀, S₁ and S₂) and witness the cultivar Unapal- Green Bolus (BV), from the collection of cucurbit crop Vegetable Program at the National University of Colombia Palmira. Assessed the weight of seeds per fruit (PSPF), Unit Weight of seeds (PUS) and the number fruits per plant (NFPL) as a component of performance. The seed submitted compositions of starch total between 20 and 28 %. The highest CAT was introduced by the cultivate Unapal-BV with 28.65 %, underlined the crossing 79x80 (S₀) with the 26.45 %. The analysis of variance revealed highly significant differences (P<0.01) for all variables between generations and crosses. We selected 10 genotypes of better behavior by using a weighted index of selection (ISP). The correlation analysis showed significant association (P<0.05) between the CAT and PSPF. The father of better results for all variables was 79x79 in the inbred three generations. The seed of the genotypes of *Cucurbita moschata* evaluated and selected presented a CAT more than 20 %, which increases their nutritional content and its usefulness as a raw material for various food uses.

Keywords: Seed of Cucurbita, starch, Plant Breeding, vegetables, pumpkin.

1. Introducción

El zapallo *Cucurbita moschata* Duch., es una hortaliza de propagación sexual que contiene dentro de su fruto carnoso entre 300 y 700 semillas, caracterizadas por su forma ovado-elípticas de color y tamaño variable de acuerdo a su genotipo (Valdés, 2013). La semilla se compone de un endospermo comestible que ostenta un contenido de aceite alrededor del 43%, además componentes nutricionales tales como la cucúrbita, la vitamina A, vitamina E y Fósforo (Ortiz *et al.*, 2007; Martínez, 2011).

Por su contenido de aceite que varía según la especie, la semilla de zapallo es reconocida como oleaginosa, con una composición de ácidos grasos insaturados de cadena larga mayor al 60% en *C. moschata*, representado en ácido oleico y linoléico principalmente (Ordóñez *et al.*, 2014). La extracción del aceite de semillas de zapallo, es una operación que genera como subproducto la torta de semilla que contiene un 7.5% de grasa residual, 52.31% de proteína cruda y una cantidad total de energía bruta de 4736.56 Kcal/Kg, respecto al contenido de carbohidratos en la torta (Ortiz, 2009).

Los carbohidratos se consideran la principal fuente de energía en la alimentación, las principales fuentes de almidón en semillas son los cereales, seguido de las leguminosas y las tortas de extracción (Wiseman, 2001). La torta de las semillas oleaginosas es empleada en la elaboración de alimentos balanceados para animales y constituye del 70 al 80% del aporte total energético en la dieta en mono gástricos (Wiseman, 2001).

El objetivo del presente documento es reportar los resultados de 21 genotipos de zapallo sobresalientes en el rendimiento de almidón total en torta de semilla de una colección de *Cucurbita moschata* Duch., de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

2. Revisión de la literatura

Teniendo en cuenta el área sembrada, el valor de la producción y su alto valor nutritivo en vitamina A, carbohidratos, fósforo y minerales, la especie domesticada más importante para Colombia es *Cucurbita moschata* (Montes *et al.*, 2004). El cultivo se caracteriza por su amplia dispersión geográfica, se encuentra en gran parte del país, especialmente a nivel de huertos caseros y se utilizan una gran cantidad de razas locales con gran variabilidad en cuanto a tamaño, forma y color de fruto, grosor y textura de pulpa, color y tamaño de la semilla.

La planta de zapallo *Cucurbita moschata* Duch., es una planta rastrera o trepadora, herbácea, de crecimiento anual, posee ápices vegetativos caulinare, tallo ligeramente angulosos, y hojas con pecíolos de 30 o más centímetros, de formas ovado-cordadas a suborbiculares, con manchas blancas. Sus flores femeninas, tienen pedicelos gruesos de 3-8 cm de largo; ovario globoso, ovoide; cáliz muy reducido y sépalos más frecuentemente foliáceos que en las masculinas, de hasta 7,5 cm de largo. Los Frutos de tamaño muy variable y formas diversas conservando las del ovario, pueden ser lisos o con costillas redondeadas, raramente verrugosos o granuloso, pericarpio grueso y resistente, de coloración muy variable, en la tonalidad de los verdes; pulpa anaranjada clara o brillante a verdosa, de sabor ligero a dulce, suave y generalmente no fibrosa; y con un apreciable contenido de semillas de altos potenciales de aplicación, debido a su composición.

En la mayor parte del área nativa de *C. moschata*, sus flores, tallos jóvenes, frutos tiernos y fruto maduros son consumidos como verdura, estos últimos, además, son comúnmente empleados para la elaboración de dulces, y forrajes. Las semillas son consumidas enteras, asadas o tostadas, y molidas en diferentes guisos y son de gran aceptación por el consumidor norteamericano y

europeo. Presentan altos contenidos de aceites y proteínas (similares a los observados en *C. argyrosperma*) y su consumo en zonas urbanas es bastante común (Lira, 1991).

Las semillas y la proporción que existe de estas en el fruto, ha sido indiferentes como alimento no obstante su potencial como fuente de componentes nutricionales ha incentivado estudios que demuestran que la semilla de cucurbitas, tienen utilidad desde la época precolombina. Sus componentes empezaron a ser útiles en farmacéutica y las propiedades del aceite le han dado hoy mayor importancia (Martínez *et al.*, 2011). El resultado de la extracción de aceite de semillas de zapallo, a su vez generasubproductos de igual importancia económica como la torta de extracción, rica en almidones como el componente principal, dado que se almacena eficientemente en la semilla. Por lo tanto determinar la cantidad y la variación, permitirán seleccionar genotipos para futuros programas de mejora genética con interés en la semilla de zapallo.

3. Metodología

3.1 Localización:

El análisis se realizó en el laboratorio de semillas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira ubicada en la carrera 32 vía Candelaria, situada en la latitud 3° 31 N y longitud 76° 19 W. Se evaluó una colección de torta de semilla proveniente de las introducciones 2, 6, 28, 79, 80 y 34 y sus cruzamientos, y semilla del cultivar Bolo verde (BV), para un total de 1551 muestras evaluadas. Se determinó el contenido de humedad de la muestra bajo las especificaciones de la norma (NTC5167, 2003). Se pesó ± 3 g de torta de semilla previamente tamizada y se llevó a una estufa analítica (Binder- 960555) a 105°C por 24 horas.

3.2 Determinación de almidón total:

Se pesaron ± 0.100 g de muestra de torta de semilla, se agregaron 10 ml de agua destilada se mezcló y se llevó a baño maría a 100°C durante 30 min. Enfriadas las muestras se agregaron 10 ml de KOH a 4M, se llevó a agitación durante 30 min. Se tomó 1 ml de esta solución y se llevó a 10 ml de CaCl₂ al 0.5M, se agregó 0.2 ml de amilogucosidasay incubo durante 30 min a 70°C. Se agregó 0.6 ml de KOH 4M. Se centrifugaron a 6000 rpm durante 10 min. Se tomó una muestra de 0.1 ml del sobrenadante con 2 ml de Glucosa (GOD-PAP) a continuación se llevó a baño maría a 37°C durante 10 min. Se realizó la lectura por espectrofotometría a 500 nm. El cálculo del almidón total se determinó por la ecuación 2.

$$CAT(\%) = \frac{ABS*Vt*C*D*100*0.9}{ABSest.*MS} \text{ Ec. 2}$$

ABS: Absorbancia de la muestra corregida por la Densidad Óptica del blanco-enzima.

Vt: Volumen de la solución (10 ó 5).

D: Factor de dilución (1).

C: Concentración en mg de glucosa por ml de estándar (2.5).

ABSst: Absorbancia del estándar corregido por el blanco-enzima.

MS: Materia seca (peso de la muestra mg de producto seco).

0.9: Es el factor de conversión de almidón a glucosa.

3.3 Análisis estadístico:

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar y un Índice de selección ponderado (ISP), se tomaron las variables: Número de frutos por planta (NFP), peso de semilla por fruto (PSF) y peso unitario de cien semillas (PUS) como factores de rendimiento de almidón en la torta.

4. Resultados

El análisis de varianza mostró que el mayor porcentaje de variación se presentó entre las Generaciones (S_0 , S_1 y S_2) y Genotipos (Tabla 1). Las diferencias entre generaciones es esperada ya que el avance hacia la endocria genera cambios en la estructura genética de la población, especialmente cuando se trata de caracteres altamente heterogéneos (Ortiz *et al.*, 2014). El carácter contenido de almidón de acuerdo con lo que concluyen Baguma, (2003) y Mukerjea, (2005) está afectado por un proceso en donde actúan un conjunto de reacciones catabólicas y anabólicas altamente interactivas que se presentan en el citosol y los plástidos de las células de la planta, que se sustentan en características genéticas principalmente respondiendo al estado metabólico celular. Las diferencias significativas para genotipos sugiere la existencia de alta variabilidad genética entre los materiales evaluados.

Tabla 1. Análisis de varianza: Cuadrados medios para el Contenido de Almidón Total CAT y los caracteres asociados a rendimiento de almidón en las tres generaciones de las introducciones de *Cucurbita moschata* Duch.

Variables	CAT		MS		NFPL		PSPF		PUS	
FV										
Localidad	11,8	ns	9,5	*	14,9	ns	186,3	ns	178,3	**
Generación	94,1	**	38,1	**	36,1	**	34,1	**	24,6	**
Genotipos	17,0	**	3,5	*	29,2	**	6701,8	**	124,3	**
Error	6,1		2,1		4,9		297,5		4,9	
Promedio	23,7		90,3		4,9		70,1		14,0	
CV	18,8		1,6		45,7		24,6		15,8	

Fuente: Elaboración propia.

A partir del coeficiente de variación presentado en la tabla 1 se deduce que la técnica experimental aplicada a la investigación es aceptable para el grupo de variables PSPF (22.40 a 24.63), PUS (13.93 a 16.39), MS (1.35 a 1.78) y Al (17.40 a 19.52) dado que ellos oscilan entre los rangos expuestos, acorde con lo reportado por Espitia *et al.* (2006) donde el coeficiente de variación para el peso promedio de fruto (PPF) y rendimiento en planta (RFP) oscilan entre 18.8 y 23.9%. La variable que presentó mayor variabilidad fue el PUS, seguido de PSPF y CAT. Cuando se presenta un mayor grado de variabilidad en PUS y PSPF se afecta el contenido de almidón, ya que el aumento en el número de semilla en un fruto es proporcional al incremento de la torta que se obtiene a partir de estas, así pues, la torta de semilla de zapallo es óptima en rendimiento de almidón. Ortiz (2007) concluyó que la selección por alto número de frutos podría garantizar cultivares con mayor rendimiento de frutos y de materia seca total por planta. La localidad no presentó diferencias significativas en las variables PSPF, CAT y NFPL indicando que las

condiciones ambientales ofrecidas por las dos localidades evaluadas no afectaron estadísticamente significativa la expresión de tales variables.

El contenido de MS de la torta de semilla, fue del 90.4% sin variación significativa entre los genotipos evaluados ($p < 0.5$). El promedio para el CAT en la colección fue de 15.73%. El cultivar Bolo verde (BV) presentó un contenido de almidón del 28.65%, seguido del cruzamiento 79x80 con 26.45%, con un valor de ISP de 2.77, los mayores factores de rendimiento se encontraron para el genotipo 14 de las introducciones 79x80, ya que el ISP fue de 2.927 mientras que para el testigo Bolo verde fue de 2.441 En la tabla 2 se presentan los genotipos con el valor más alto de ISP.

Tabla 2. Posicionamiento de las introducciones en toda la colección con base en el índice de selección ponderado (ISP) y sus componentes: número de frutos por planta (NFPL), peso de semilla por fruto (PSPF), peso unitario de la semilla (PUS), materia seca (MS) y almidón (AL).

Genotipo	Localidad*	Generación	NFPL	PSPF (g)	PUS (g)	MS (%)	AL (%)	ISP	Posición
79x80	B	0	4	66,5	16,2	91,1	<u>26,4</u>	2,9	1
BV	B	0	5	21	9,1	89,4	<u>28,6</u>	2,4	2
6x34	C	2	4	95,1	14,2	92,6	23,3	2,2	3
6x6	B	1	6	84,6	16,8	91,4	20,9	2	4
BV	C	2	3	57,2	13,1	91,3	24,8	1,9	5
34x34	B	1	4	55,5	12,4	89,1	23,8	1,9	6
6x6	B	1	2	93,7	15,4	89,3	21,5	1,9	7
79x79	C	1	5	133	18,7	92,5	16,8	1,7	8
80x34	C	2	6	84,6	14,3	91,7	21,1	1,7	9
79x79	C	1	6	105,3	20	88,8	18,1	1,7	10
Promedio CG			6,5	44,7	10,4	90	23,7	-	-
Desviación CG			3,5	3	3,2	0,8	6,2	-	-

* B: Buga; C: Candelaria

Fuente: Elaboración propia.

El CAT en semillas de *C. moschata* presentó un máximo de 28.6% y un mínimo de 16.8%, estos valores son comparables con lo reportado en Martínez (2006) para torta de soya con contenidos de almidón que van de 18 a 27 g/kg de MS. Estos contenidos, según Zacari F., (2007), se deben a demás a los factores climáticos más importantes para el desarrollo de los frutos del zapallo como la temperatura, la energía lumínica y el fotoperiodo. Cuando se presentan días de poca intensidad de luz (nublados) por períodos cortos, la planta tiene una menor formación de carbohidratos en hojas y quizá en los frutos, afectando el desarrollo de la semilla y la acumulación de carbohidratos en el endospermo.

El CAT en la generación S0 arrojó los valores más altos en un rango entre 26.4 y 28.6%, mientras que para la generación S1 y S2 los valores máximos fueron de 20.97 y 24.77% en cada una. Los genotipos con el contenido de almidón más bajo se presentó en la generación S0 (15.4%) aproximadamente. Ello sugiere la determinación de algún efecto de depresión por endocria en la generación S1 con probable recuperación en S2 (Ortiz, Baena y Vallejo, 2009). Los genotipos 79x80, 6x6 y 6x34 se ubican en la primera posición de cada generación en la escala de meritos otorgados por el ISP, debido a que estos presentan altos contenidos de almidón 26.4, 20.9 y 23.3%, y bajos rendimientos de PSPF y PUS.

Tabla 3. Correlaciones entre las generaciones S₀, S₁, S₂ y la colección general (CG) en zapallo *C. moschata* Duch.

	Variables	CAT	
NFPL	S ₀	0,04283	*
	S ₁	-0,10671	Ns
	S ₂	-0,00072	Ns
	CG	-0,02923	Ns
	S ₀	0,00180	*
PSPF	S ₁	-0,10106	Ns
	S ₂	-0,00558	Ns
	CG	-0,0212	Ns
	S ₀	-0,06962	Ns
PUS	S ₁	-0,06806	Ns
	S ₂	-0,04052	Ns
	CG	-0,04844	Ns
MS	S ₀	-0,10609	Ns
	S ₁	-0,04784	Ns
	S ₂	-0,11538	Ns
	CG	-0,1032	Ns

Fuente: Elaboración propia.

La asociación negativa entre las variables evaluadas y el contenido de almidón Al, para todas las generaciones, se puede considerar un aspecto positivo ya que, los cruces con mayor rendimiento de almidón son independientes de las condiciones agronómicas en las que se desarrolla el cultivo. Bascur G., (2006) Introduce una nueva variedad de zapallo italiano *Cucurbita pepo* L., del tipo negro chileno, evaluando su adaptación a distintas localidades y años con lo cual concluye que la variedad se puede adaptar a distintas condiciones agroclimáticas e incluso muestra mayor precocidad, medida como el número de frutos ha⁻¹ a la primera cosecha. Sin embargo, una asociación inversa entre el NFPL y CAT, se puede deber a que hay plantas que según sus características fisiológicas producen mayor cantidad de frutos afectando la concentración de carbohidratos de reserva en su semilla.

5. Conclusiones

- El contenido de almidón más alto en torta de semilla se presentó en la generación S₀ para los genotipos BV y el cruzamiento 79x80, con 28.65 y 26.45% respectivamente.
- El número de frutos por planta debe considerarse como un criterio de selección para optimizar el rendimiento de producción de semillas ya que arrojó correlaciones positivas y significativas con las variables peso de semillas por fruto (PSPF) y peso unitario de semillas (PUS) en todas las situaciones evaluadas.
- La torta de semilla de zapallo, presenta composiciones importantes de almidón, esta característica la hace una materia prima deseable para la agroindustria procesadora de alimentos para animales especialmente a aquellos que tienen requerimientos específicos para producción y comercialización.

6. Referencias

- Alvis A. Veléz A., Villada H., Mendoza M. Analisis físico-químico y morfológico de almidones de Ñame, Yuca y papa y determinación de la Viscosidad de las pastas [Publicación periódica] // Información Tecnológica. - 2008. - 1 : Vol. 19. - págs. 19-28.
- BachKnudsen KE. carbohydrate and lignini contents of plant materials used in animal feeding [Publicación periódica] // Animmal Feed Science and tehnology. - 1997. - Vol. 63. - págs. 319-338.
- Badui S. Química de los alimentos. [Libro]. - México : [s.n.], 1999. - Primera edición : págs. 94-97.
- Baguma Y. Ahlandsberg S., Mutisya J., Palmqvist S.,Rubaihayo P., Magambo M., Egwan T., Larsson H., Janson C., Expression patterns of the gene encoding strach braching enzyme II in storage roots of cassava (Manihot esculenta crantz) [Publicación periódica] // Plant Science. - 2003. - Vol. 164. - págs. 833-839.
- Bukasov M. Las plantas cultivadas en Mexico, Guatemala y Colombia [Publicación periódica]. - 1981.
- Callejo [Sección del libro] // Industria de Cereales y Derivados. - [s.l.] : AMV Ediciones y Mundi Prensa, 2002. - Primera.
- Carabaño R. Fraga M. J. y Villamide M. J., Concentrados de proteína para piensos de conejos [Publicación periódica] // Departamento de produccion animal. - Madrid : Universidad Politecnica de Madrid, 1996.
- Corpoica Plan de modernización de la agricultura Colombiana [Informe] / Instituto Colombiano Agropecuario. - Palmira : [s.n.], 2001. - URL:<http://www.corpoica.org.co/html/planes/hortiuclutra/texto/horticultura.html>.
- Charley Tecnología de Aliemntos, Procesos Quimicos y físicos en la preparación de alimentos [Libro]. - 2000.
- Eliasson AC. Starch in food structure Function and applications [Libro]. - 2004.
- Faisant Resistant starch determination adapted to products containing high levels of resistant starch [Sección del libro] // Guía de Nutricion animal Básica / aut. libro Colombia Universidad Nacional de. - Palmira : [s.n.], 1995. - Vol. 15. - Science des Alimentos.
- FAO Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. [Informe]. - Roma : [s.n.], 1998. - págs. 14-18.
- Fennema O. Química de los alimentos [Libro]. - Zaragoza : Editorial Acribia, 1980.
- Gallant DJ. Bouchet B., Buleon A. y Perez S. Physical characteristics of starch granules and susceptibility to enzymatic degradation. [Publicación periódica] // Eur J Clin Nutrition. - 1992. - 3-16 : Vol. 46.
- Geankoplis C.J. Procesos de transporte y operaciones unitarias [Libro]. - [s.l.] : Continental S.A., 1998. - Tercera Edición : pág. 778.

- Gernat C. Rodosta S., Damaschun G., Schierbaum F., Sramolecular structure of legume starches revealed by X-ray scattering [Publicación periódica] // Starch/Starke. - 1990. - Vol. 42. - págs. 175-178.
- Gutierrez M.C. Vasquez W. Digestibilidad de Glicine max L. Soya, en juveniles de cahama blanca *Piaractus branchyomus* Cuvier [Publicación periódica] // Orinoquía. - [s.l.] : Universidad de los llanos, 2008. - 2 : Vol. 12. - págs. 141-148.
- Guzmán Y. El palmiste. Aplicación de los residuos de la extracción de aceite de la palma africana (*Elaeis guineensis*) en la alimentación humana [Publicación periódica] // Virtualpro-Procesos Industriales. - Bogotá : Universidad de Cartagena, 2008. - 82. - págs. 1-14. - www.revsitavirtualpro.com.
- Keuroglan R. J. Procesamiento de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch. var. Macre) en almíbar confitado. [Publicación periódica] / ed. Molina" Universidad Nacional Agraria "La. - Lima : [s.n.], 1989.. - pág. 145. - Tesis ingeniero Industrias Alimentarias.
- Kohyama K. y Nishina Effect of soluble on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. [Publicación periódica] // Journal Agriculture Chemical. - 1991. - Vol. 39. - págs. 1406-1410.
- Lira Estudio taxonómico y eco-geografico de las cucurbitáceas de Latonoamerica [Publicación periódica] // Botanical Journal of the Linnean Society. - 1991. - págs. 129-185.
- Lira Estudios taxonómicos y ecogeograficos de las Cucubitaceae latinoamericanas de importancia [Libro]. - Mexico : UNAM, 1995. - págs. 1-115.
- Mariscal L. Reis de S. T., Parra J. Digestibilidad ileal aparente de la proteína y aminoácidos de la torta de canola en lechones recién destetados [Publicación periódica] // Rev. MVZ. - Córdoba : [s.n.], 2009. - 1 : Vol. 14. - págs. 1544-1553. - Centro Nacional de Investigación en Fisiología Animal (CENI-Fisiología), Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Nacional de Colombia..
- Martinez D. Implicaciones digestivas y metabolicas del consumo de almidón resistente en el cerdo [Publicación periódica] // Facultad de veterinaria de Barcelona. - Bellaterra : [s.n.], 2006. - Tesis doctorado.
- Maynard D. N. Elmostrom G. W., Talcott S. T., Carle, R. B., Compac Plant Tropical Pumpkin Hybrids [Publicación periódica]. - 2004. - Tomado de <http://gcrec.ifas.ufl.edu/tpmanuscript.htm>..
- Miles MJ. Morris VJ., Orford PD y Ring SG., The roles of amylose and amylopectin en the gelation and retrogradation of starch. [Publicación periódica] // Carbohydrates Res., - 1985. - Vol. 135. - págs. 271-281.
- Montes C., Vallejo F. A. y Baena D. Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (*Cucurbita moschata* Duchesne Exp. Prior) [Publicación periódica] // Acta agronomica ACAG. - Palmira : [s.n.], 2004. - 3 : Vol. 53.
- Montes Colección, caracterización morfológica y evaluación agronomica de germoplasma Colombiano de zapallo, *C. moschata*. Tesis de Magister [Publicación periódica] // Acta Agronómica. - Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 2003. - pág. 94.

- Montes-Vallejo-Baena [Publicación periódica]. - 2004.
- Morrison WR. Cereal starch granule development and composition in: Seed storage compounds: Biosynthesis, Interactions and manipulation [Publicación periódica] // Oxford Science Publications / ed. K. Shewry PR y Stobart. - 1993. - págs. 175-190. Mukerjea R. Robit Jf., Starch biosynthesis: further evidence against the primer nonreducing-end mechanism and evidence for the reducing-end two-site insertion mechanism [Publicación periódica] // Carb Res. - 2005. - 13 : Vol. 340. - págs. 2206-2211.
- NTC5167 Norma tecnica Colombiana Determinación de humedad [Informe]. - 2003.
- Ortiz S. Estudios geneticos en caracteres relacionados con el rendimiento y calidad del fruto de zapallo (Cucurbita moschata Duch.) para fines agroindustriales [Publicación periódica]. - Palmira : [s.n.], 2009.
- Ortiz S. Pasos C., Rivas X., Váldez M. P., Vallejo F. A. Extracción y caracterización de aceite de semilla de zapallo [Publicación periódica]. - Palmira : Acta Agronomica, 2007.
- Que F. Linchun M., Xuehua F., Tao W. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (Cucurbita moschata Duch.) [Publicación periódica] // Flours International Journal of Food Science and Technology. - 2008. - Vol. 43. - págs. 1195-1201.
- Rooney L.W. Huang D. P. CStarches for snack foods [Publicación periódica] // Snack foods processiing: / ed. Lusas E. W. Rooney L. W., Lancaster. - Pennsylvania : Technomic Publishing Company, Inc., 2001. - págs. 115-130.
- Sanchez T. Dufour D., Morante N., Ceballos H. Caracterización fisicoquímica del primer almidón natural de yuce ceroso (Libre de amilosa) descubierto en CIAT [Publicación periódica]. - Cali : [s.n.], 2009.
- Schinas P. Karavalakis G., Davaris C., Anastopoulos G., Karonis D., Zannikos F., Stournas S., Lois E. Pumpkin (Cucurbita Pepo L.) seed oil an altrenative feed stock for the production of biodiesel in Greece [Publicación periódica] // Biomass and Bioenergy. - Greece : [s.n.], 2009. - Vol. 33. - págs. 44-49.
- Tester RF. Karkalas J y Qui X., Starch structure and digestibility enzyme-substrate relationship. [Publicación periódica] // World's Poultry Science Journal. - 2004. - Vol. 60. - págs. 186-195.
- URPA-Valle [Informe]. - 2001. - pág. 97.
- Vallejo F. A. Producción de hortalizas de clima cálido [Sección del libro] // Producción de hortalizas de clima cálido / aut. libro Ivan Vallejo Franco Alirio y Estrada Edgar. - Palmira : Unal, 2002.
- Whitaker T. y Davis G. Cucurbita, Botany, ultivati6n and utilization [Publicación periódica]. - Londres : Leonard Hill, 1962.
- Wiseman J. Pickard J. y Zarkadas L., starch digestion in piglest. In The Weane pig [Publicación periódica] // Nutrition and Management / ed. J Varley MA and Wiseman. - [s.l.] : CABI Publishing, 2001. - págs. 6-80.

Zaccari F. Una breve revision morfológica y fisiología de las plantas de zapallos (Cucurbita, Sp.)
[Informe] / Produccion Vegetal; Centro Regional Sur-facultad de agronomia. -
Montevideo : [s.n.], 2007. - pág. 8.



ISBN: 978-9942-21-969-5



9789942219695