



REVISTA BOLIVIANA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

EX REVISTA AGROBIOFOR

REVISTA CIENTÍFICA ONLINE EDICION SEMESTRAL

VOL. 8 – N^o. 2 – AÑO 2019



FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS – U.A.G.R.M.

Santa Cruz, Diciembre del 2019

REVISTA BOLIVIANA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS NATURALES
EX REVISTA AGROBIOFOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA GABRIEL RENÉ MORENO
U.A.G.R.M.



REVISTA CIENTÍFICA ONLINE / ONLINE SCIENTIFIC JOURNAL

PUBLICACIÓN SEMESTRAL / 2 ISSUES A YEAR

**INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLOGÍA EN EL ÁREA FORESTAL,
AGRONOMÍA, BIOLOGÍA Y AMBIENTAL**

[www.obserbatorioambientaluaqrm.org-archivos-revista científica Ciencias Naturales](http://www.obserbatorioambientaluaqrm.org-archivos-revista%20cientifica%20Ciencias%20Naturales)

e-mail: rcientificacienciasnaturales@gmail.com



REV.BOL.ICN.	SANTA CRUZ - BOLIVIA	Volumen 8	Numero 2	P.01 - 81	Diciembre 2019
---------------------	----------------------	-----------	----------	-----------	----------------

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS – UAGRM

DIRECTORIO DE LA REVISTA CIENTÍFICA 2018-2020

Presidente: Ing. Agr., M.Sc., Eudal Avendaño Gonzales

Vice-presidente: Ing. Agr. Phd., Bonifacio Mostacedo Calatayud

Director Técnico: Ing. Agr., M.Sc., Marco Koriyama Vera

CUERPO EDITORIAL DE LA REVISTA

Ing. Agr., Phd. Luis Navia Trigo

Lic. Biol., M.Sc. Luzmila Aroyo Padilla

Ing. Agr. M Sc. Pura Languidey

Ing. For. Phd. Eduardo Sandoval H.

Ing Agr. Phd. Maria Fernanda Otero O.

Ing For. Msc. Edgar Magariños

Ing. For. Phd. Lincoln Quevedo

Lic Biol. Msc. Arturo Moscoso

Ing. Agr. Phd Bonifacio Mostacedo

Lic Biol. Phd. Marisol Toledo

EDITORES ASOCIADOS INTERNACIONALES

Ing. Agr., Phd. Silmar Teichert Peske

Ing. Agr., Dr. Francisco Amaral Villela

Ing. Agr. Dr. Ademir Dos Santos Amaral

Ing Agr. Dr. Tito Claire Iriarte

Ing Agr. Dr. Oscar Teran

Ing Agr Dr. Luis Osmar Braga Schuch

Ing Agr. Dr. Orlando Lucca

Ing For Dr. Mateo Silva

ASESORES CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES QUE COLABORARON EN ESTE NÚMERO

Ing. Agr. M.Sc. Marco Koriyama

Ing. Agr. PhD. Bonifacio Mostacedo

Ing. Agr. Dr. Maria Fernanda Otero

Ing. Agr. Pedro Arispe Olivera

Ing. Agr. Francisco Paz Antelo

Ing. Agr. PhD. Luis Navia Trigo

Ing, Agr. Gilka Jeaninne Talavera Alarcón

Ing Agr. Msc. Rogelio Cruz

Lic. Biol. Msc. Eugenia Grisolia Cirera

Ing. For. Franz Agapito Valdez Irahola

Ing For Msc. Roberto Quevedo Sopepi

Ing. For. Odín Algarañaz Velasco

Ing. For Msc. Ángel Chávez Hinojosa

Est. Lic. Biol. Yulizabeth Pinto Rojas

Est. Lic. Biol. Julio Cesar Salinas

Est. Lic. Biol. Jorge Suarez Añez

Est. Lic. Biol. Fabiola Aguilar Molina

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

1. La Revista científica online de la Facultad de Ciencias Agrícolas –FCA-UAGRM publica artículos científicos, notas técnicas, resúmenes de tesis, comunicaciones rápidas, resúmenes de congresos y artículos invitados originales e inéditos de autores interesados en el campo de las Ciencias Agrícolas (Agronomía, Biología, Ciencias Ambientales e Ing. Forestal).
2. Los manuscritos deberán estar escritos en español o en inglés, con un resumen en Castellano y otro en Inglés (Abstract) y deben ser remitidos para publicación y las comunicaciones relacionadas con asuntos editoriales deben ser remitidas al Editor en Jefe de la Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno - UAGRM (Dr. Luis Navia Trigo), Km 9 Carretera al Norte, El Vallecito - Santa Cruz de La Sierra, Bolivia. Teléfono: (3) 3442466, E-mail: agrobiofor@gmail.com
3. Todos los manuscritos serán enviados a árbitros designados para ser evaluados. Los autores podrán enviar en una comunicación una lista de cinco (5) posibles árbitros (nacionales y/o extranjeros) con sus respectivas direcciones postales completas y dirección de correo electrónico.
4. Al menos uno de los autores del artículo debe estar suscrito a la Revista. De cada manuscrito (texto y figuras) se enviarán Original y tres Copias, juntamente con una copia en formato digital en CD (también se puede enviar vía E-mail a agrobiofor@gmail.com) a la Dirección del Editor Principal. Las tres copias impresas serán revisadas por especialistas elegidos por el Comité Editorial, y sólo se publicarán los manuscritos que hayan sido informados favorablemente por los revisores. Tras la aceptación definitiva se solicitará a los autores una copia digital del artículo, debidamente corregido, según las recomendaciones de los revisores (caso sea necesario) formato Word para edición final.
5. El texto para ser sometido a la revista debe obedecer al siguiente formato:
 - a) Ser escrito en Microsoft Word con letra Arial 11;
 - b) El documento no debe exceder las 20 páginas (10 para notas técnicas), incluyendo cuadros, figuras y diagramas.
 - c) El diseño de la página deberá incluir los siguientes parámetros: papel tamaño carta (8,5" x 11" ó 21,59cm x 27,94cm) impreso en un sólo lado del papel, dejando márgenes amplios (2,5cm) e incluir numeración de páginas y espaciado interlineal de 1,5. No deben utilizarse letras mayúsculas, excepto para iniciar títulos, subtítulos, párrafos, después de punto y aparte o punto y seguido, en siglas y en nombres propios.
6. Los trabajos deberán estar divididos en secciones en el orden siguiente: Título en español, Autores, dirección postal institucional precisa, incluir e-mail, Resumen, Palabras clave, Título en inglés, Abstract, Key words, Introducción (incluye la revisión de literatura), Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Literatura citada o Bibliografía, Leyendas, Cuadros y Figuras. El autor al cual debe enviarse la correspondencia deben incluirse como nota al pie de la primera página. Las citas en el texto se deben indicar por la modalidad autor-fecha (ver detalle más adelante).
7. Una vez recibido el artículo no se aceptarán cambios en los autores.

8- DETALLES DE PRESENTACIÓN DE CADA ARTÍCULO (Si no se cumplen le será devuelto a los autores).

Título - Deberá ser conciso, preciso y con palabras que reflejen el contenido del trabajo (en mayúscula y negrito). Conciso no exceder 100 caracteres (15 a 20 palabras).

Nombre(s) de autor(es) - Deberá incluirse las iniciales del nombre y los apellidos de cada autor, así como la dirección(es) completa(s) del Centro de trabajo de cada uno. Cualquier correspondencia se dirigirá al primer autor si no existen indicaciones en contra (en mayúscula no negrito).

Resumen y Abstract - No deben exceder las 200 palabras (150 para notas técnicas), incluyendo: Justificación, objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones. Deben estar escritos en un sólo párrafo con 1,5 de espacio entre líneas. Al final del resumen deben colocarse de tres a seis palabras clave que identifiquen el contenido del artículo científico o de la nota técnica. El contenido del resumen debe ser traducido al inglés y colocado en el Ababstract (La palabra Resumen y ababstract en mayúscula y negrito)

Introducción – Plantear los antecedentes, dar justificación, argumentos, cronología, ámbito problemático, breve revisión de la literatura actualizada del tópico en estudio y finalizar con los objetivos de la investigación (en mayúscula, centralizado y negrito).

Materiales y métodos - Se deben especificar los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación, incluyendo marcas registradas (de ser el caso). En lo posible se deben especificar los métodos, protocolos, fases y técnicas empleados mediante referencias, a menos que se trate de métodos poco usuales o novedosos que deben ser descritos en detalle. Los métodos de análisis estadísticos empleados en la investigación, deben ser especificados al igual que los programas empleados para análisis de los datos (software). En esta sección el arreglo debe ser en forma cronológica, de tal manera que cualquier investigador pueda repetir dichas técnicas. Se pueden hacer referencias a cuadros, figuras y diagramas. Los números decimales se señalarán con comas (en mayúscula centralizado y negrito).

Resultados y discusión – Los resultados pueden ser estructurados de acuerdo a subtemas incluidos en el trabajo, también ilustrados con fotografías, mapas, tablas, cuadros y gráficos. Los resultados (aporte original inédito del autor) pueden ser separados de la discusión (se comparan los resultados con otros trabajos publicados) y luego en seguida presentar la discusión. Los resultados deben ser analizados con base en investigaciones previas y relacionarlos con mecanismos y procesos propios del área de estudio. Es importante finalizar esta sección con un párrafo donde se reflejen las implicaciones prácticas o teóricas de la investigación (en mayúscula, centralizado y negrito).

Conclusiones.- Resumen del aporte original en forma lógica, clara y concisa en base a los resultados obtenidos. Deben ser cortas directas y en respuesta a los objetivos del trabajo (en mayúscula, centralizado y negrito).

Recomendaciones (opcional).

Bibliografía. La literatura citada debe ser de fácil acceso para cualquier lector, deben evitarse las citas de publicaciones dudosas, resúmenes de eventos científicos, mimeografiados. En resultados no se citan referencias bibliográficas y si con citas introducción, método, discusión y en leyendas de tablas y figuras. Las referencias deben estar ordenadas alfabéticamente (en mayúscula, centralizado y negrito).

- Se deben utilizar las abreviaturas convencionales internacionalmente aceptadas para los nombres de las revistas y publicaciones periódicas (referirse al World List of Scientific Periodicals o revistas internacionales de publicación regular).

- **Artículos de revistas arbitradas:**

Corona, M., A. Díaz, G. Páez, J. Ferrer, Z. Mármol y E. Ramones. 1996. Extracción y caracterización de pectinas de la corteza de parchita. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 13(6): 785-791.

- **Libros**

Gardner, E. J., M. J. Simmons, y D. P. Snustad. 1991. Principles of genetics. Eight edition. John Willey & Sons, Inc. New York. 455 p.

- **Capítulos dentro de libros:**

Prins, R. A. y R. T. Clarke. 1980. Microbial ecology of the rumen. p. 179-204. En: Ruckebusch and P. Thivend (Eds.). Digestive physiology and metabolism in ruminants. First edition. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

- **Reportes técnicos:**

Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Atlas Inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo. Tecnicolor S. A. Caracas. Venezuela. 275 p.

- **Publicaciones gubernamentales:**

Morales, D., E. Fuenmayor, J. Colina, A. Sánchez y L. Arias. 1982. Diagnóstico agroecológico de la región zuliana. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Serie C N° 1-05. FONAIAP Ed. Maracaibo. Venezuela. 55 p.

- **Programas y Software:**

SAS Institute, Inc. 1985. SAS user's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

- **Publicaciones electrónicas:**

Martínez, A. 2002. Agricultura de conservación. I Jornada Iberoamericana de Agricultura de conservación. Disponible en:

<http://www.ecaf.org/Espana/zaragoza.htm> consultado en fecha.....

Cuadros, figuras y diagramas

- Los cuadros deberán estar incluidos al final del manuscrito, en el mismo documento (archivo). Las figuras y diagramas deberán ser hechos con líneas negras sobre fondo blanco, utilizando para ello los programas graficadores MS-Power Point o MS-Excel. También podrán utilizarse formatos JPG. Preferiblemente deberán enviarse impresiones láser o inyección de tinta a la mayor calidad posible, sobre papeles blancos y remitidos por separado.

- Los cuadros, figuras, diagramas y fotos deberán identificarse con números arábigos, (sin usar el símbolo N°), en orden consecutivo, indicando la fuente respectiva cuando no sean de su autoría. Debe indicarse la leyenda de las figuras, diagramas y fotos.

- Los cuadros se titularán en la parte superior. Las figuras y diagramas se titularán en la parte inferior. Las fuentes deben indicarse en la parte inferior.

- Las fotografías deben ser digitales, de óptima calidad. Los autores que deseen que sus fotografías salgan a color en la (revista impresa) deberán cubrir el costo de la misma. Las fotografías a color serán aceptadas si los autores cubren los costos de reproducción.

Unidades Metro (m), Metro cuadrado (m²), Litro (L), Mililitro (ml), Milimetro (mm), Kilogramo (kg), Minuto (min), Hora (h), Hectarea (ha), Potasio (K), Fosforo(P), Nitrogeno (N)

Nomenclatura

- Química y bioquímica. Los nombres de compuestos químicos deben citarse de acuerdo a Chemical abstracts (Chemical Abstracts Service, Ohio State University, Columbus) y sus índices.

- La terminología bioquímica, incluyendo abreviaciones y símbolos se debe hacer de acuerdo a la Comisión Internacional de Nomenclatura Bioquímica (Commission International of Biochemical Nomenclature). - Puede consultar resúmenes de abreviaciones más comúnmente usadas en: Journal of Animal Science, Journal of Biological Chemistry, Archives of Biochemistry and Biophysics and the Handbook of Biochemistry (últimas ediciones).

- Taxonómica. Se debe utilizar la nomenclatura binaria (género y especie) en letra cursiva, incluyendo el nombre del descriptor en la primera mención.

- Genética. La aplicación de los términos fenotipo y genotipo deben usarse de acuerdo a Demerec et al. (Genetics, 54: 61-74).

- Abreviaciones y unidades. Sólo deben ser usadas unidades y abreviaciones del Sistema Internacional (SI). Las abreviaciones contempladas en el SI y/o las no estándar, deben ser explicadas cuando aparecen por primera vez en el texto. No deben usarse puntos en

las abreviaturas.

Disposiciones finales

- Una vez recibidas las observaciones de los árbitros el (los) autor (es) deberá (n) regresar las correcciones en un lapso no mayor de un (1) mes; vencido el lapso, la Revista no se hará responsable de la gestión del artículo. Cuando el trabajo sea aceptado, el (los) autor (es) será (n) informado (s) del tiempo aproximado de publicación.
- . Cuando un trabajo es rechazado los autores podrán remitir al Editor en Jefe una carta dando argumentos a favor de su artículo. El Comité Editorial considerará las acciones a tomar.
- . El autor de correspondencia recibirá 5 separatas sin costo alguno en caso de la revista ser impresa.
- . Por lo menos Uno de los autores debe estar suscrito en la Revista AGROBIOFOR - Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAGRM. (En este caso la suscripción es gratuita)

CONTENIDO ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA CON NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN DOS HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ (*Zea mays L*)

PEDRO ARISPE OLIVERA Y FRANCISCO PAZ ANTELO 07

ADAPTACIÓN REGIONAL DE OCHO LÍNEAS DE SOYA (*Glycine max. (L.) Merril*) EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

GILKA JEANINNE TALAVERA ALARCÓN; ROGELIO CRUZ 21

EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA ENTRE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE PROPÓLEO DE APIS MELÍFERA AFRICANIZADA (*APIS MELLIFERA*) Y SURO (*SCAPTOTRIGONA POSTICA*), PROVENIENTES DE DIFERENTES ZONAS DE SANTA CRUZ

EUGENIA GRISOLIA CIRERA; MARCOS KORIYAMA 41

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS Y PRODUCTIVIDAD DE DOS MODELOS DE SKIDDER EN LA EXTRACCIÓN DE MADERA EN TROZA EN LA AUTORIZACIÓN TRANSITORIA ESPECIAL “SAN PEDRO” EL CHORE, SANTA CRUZ BOLIVIA

FRANZ AGAPITO VALDEZ IRAHOLA; ROBERTO QUEVEDO SOPEPI 47

NOTAS CIENTIFICAS

SEGUIMIENTO AL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN AREAS BAJO MANEJO FORESTAL EN PROPIEDAD PRIVADA COTOCA PROVINCIA VELASCO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

ODÍN ALGARAÑAZ VELASCO; ROBERTO QUEVEDO SOPEPI; ÁNGEL CHÁVEZ HINOJOSA 68.

CARACTERIZACIÓN DE LA ANATOMÍA FOLIAR Y DENSIDAD ESTOMÁTICA DE *Nicotiana glauca* Graham. (SOLANACEAE)

YULIZABETH PINTO ROJAS; JULIO CESAR SALINAS; JORGE SUAREZ AÑEZ² FABIOLA AGUILAR MOLINA 77

**NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA CON NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN DOS HIBRIDOS
COMERCIALES DE MAIZ (*Zea mays* L)¹**

PEDRO ARISPE OLIVERA² Y FRANCISCO PAZ ANTELO³

RESUMEN. El objetivo del presente estudio fue determinar niveles óptimos de fertilización química con N, P y K, en el cultivo de dos híbridos maíz. Se usó el diseño de parcelas divididas, con quince tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, longitud y diámetro de mazorca, peso de 100 semillas, incidencia de enfermedades: (Roya de la hoja y Helminthosporiosis), rendimiento y análisis económico. Se realizó análisis de varianza DMS al 5% de probabilidad, de dicha variable se encontraron diferencia estadística en: altura de mazorca y diámetro de tallo, longitud y diámetro de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera. El promedio general de rendimiento del híbrido DAS-710 fue de 6,85 t/ha, con los valores extremos que fluctúan entre 5,50 t/ha (testigo) y 7,85 t/ha, por otro lado el híbrido DK-834 con promedio general de 6,22 t/ha, con valores extremos entre 5,31 t/ha (testigo) y 6,71 t/ha; El análisis económico indica que las dosis son económicamente rentable (0-0-100 kg/ha y 200-0-0 kg/ha) de aplicación, con el cual se obtiene 6,53 kg/ha y 6,88kg/ha de grano del híbrido DAS-710, de igual manera con dosis 200-0-0 kg/ha, el híbrido DK-834 obtiene 6,49 kg/ha, esto indica que la tasa de retorno marginal es de 1 % , 154% y 3% por un dolar de inversion recibira 0,01 ; 1,54 y 0,03 dolares adicionales.

Palabras Clave: Fertilización química, maíz, rendimiento

**CHEMICAL FERTILIZATION LEVELS WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN TWO COMMERCIAL
HYBRIDS OF MAIZE (*Zea mays* L)**

ABSTRACT. The objective of this study was to determine optimal levels of chemical fertilization with N, P and K, in the cultivation of two corn hybrids. The design of divided plots was used, with fifteen treatments and three repetitions. The variables evaluated were: Days to male and female flowering, plant and ear height, root and stem finish, length and diameter of the ear, weight of 100 seeds, incidence of diseases: (Leaf rust and Helminthosporiosis), yield and economic analysis, DMS analysis of 5% probability was performed, of said variable statistical difference was found in: ear height and stem diameter, length and diameter of the cob, rows per ear and grains per row, The overall average yield of the DAS-710 hybrid was 6.85 t / ha, with the extreme values ranging between 5.50 t / ha (control) and 7.85 t / ha, on the other hand the DK- hybrid 834 with a general average of 6.22 t / ha, with extreme values between 5.31 t / ha (control) and 6.71 t / ha; The economic analysis indicates that the doses are economically profitable (0-0-100 kg / ha and 200-0-0 kg / ha) of application, with which 6.53 kg / ha and 6.88kg / ha of grain of hybrid DAS-710, similarly with doses 200-0-0 kg / ha, hybrid DK-834 obtains 6.49 kg / ha, this indicates that the marginal return rate is 1%, 154% and 3% for one dollar of investment will receive 0.01; 1.54 and 0.03 additional dollars.

Keywords: Chemical fertilization, corn, yield

¹ Sometido en 15 /9/2019. Aceptado para publicación el 11/10/2019. Tesis de grado Ingeniería Agrónomo 2012

² Ingeniero Agrónomo. Santa Cruz, Bolivia - email: jpedroarispeolivera@gmail.com

³ Ingeniero Agrónomo, Msc. coautor estudio, Santa Cruz, Bolivia

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, hoy en día es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Globalmente el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas con una producción anual de más 580 millones de toneladas métricas. Cuando América fue descubierta por Colón, el maíz ya era el principal alimento para toda la civilización, siendo cultivado desde Canadá, hasta Chile en 1543 y cuando retorno a Europa, llevo algunas semillas de hasta entonces cereal desconocido.

En Bolivia la superficie destinada a la producción agrícola es de 309.600 hectáreas, con una producción total a nivel nacional de 347.256 toneladas su importancia se constituye como el segundo cultivo después de la papa, es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta, se puede cultivar desde el chaco, los valles interandinos, el sud trópico y hasta la llanura oriental.

El departamento de Santa Cruz es el mayor productor de este cereal con 46% de toda la superficie cultivada en el país, los productores involucrados en este cultivo son mayormente pequeños que tienen a este grano como su principal alimento, y único producto comercial, en las industrias se utiliza como la materia prima para alimentos balanceados en la producción pecuaria (PROMASOR, 2006/08)

En la última década se produjo un aumento de la superficie cultivada de 10%, los datos de promedio del rendimiento disminuyeron, la producción nacional de maíz para la campaña 2003/04 ha sido algo superior a las 600.000 toneladas y ha tenido una superficie sembrada de 317.209 hectáreas (INFOAGRO, 2005)

Según **Parsons (1982)**, señala que el maíz tiene importancia especial, dado que este cereal constituye la base de alimentación de los latinoamericanos, ocupando el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz, es utilizado en la alimentación humana y animal, como también en la transformación industrial por su alto contenido de vitamina B y bajo contenido de proteínas.

Por su parte **Rodríguez (2007)**, señala que la fertilización es uno de los actividades agrícolas más importantes para realizar un manejo rentable de los cultivos, por los altos beneficios que se podrían obtener al tener mayores rendimientos y producción de

mayor calidad y menores costos de producción debido al eficiente uso de los fertilizantes FAO (1986).

Por esto el presente trabajo de investigación se realizó como una práctica efectiva para cubrir el déficit que se encuentra en otros suelos y poder alcanzar los rendimientos deseados en los cultivos, con los niveles óptimos de fertilización química con (N) nitrógeno, (P) fosforo y (K) potasio en el cultivo de maíz.

Para Fuentes (1999), el nitrógeno es un elemento primordial para las plantas, ya que forma parte de las proteínas y de otros compuestos orgánicos esenciales, en menor proporción con relación al contenido total, también se encuentra en la planta forma inorgánica de nitrógeno como ser vitaminas ácidos nucleicos, este elemento constituye un 2% aproximadamente del peso total seco de la planta

Según Canedo (2006), el papel específico del fosforo en el crecimiento y desarrollo de las plantas, además para los cultivos de grano indica que se incrementa y también que aumenta la resistencia a las enfermedades.

La función principal del potasio es el mantenimiento de la turgencia fisiológica, de esta forma las plantas se vuelven más resistentes a las distintas enfermedades fungosas y al ataque de los insectos, este elemento tiene un efecto sobre la calidad de los productos cosechados, debiendo hacerse notar en el mejoramiento de la textura y el color. (López 1991)

La incorporación de los fertilizantes químicos al suelo es una alternativa para incrementar la producción y cubrir la deficiencia de nutrientes para las plantas, además genera mayor biomasa y por ende mayor producción, la determinación de los niveles óptimos de fertilización para alcanzar los objetivos es imprescindible para el éxito agrícola.

Los objetivos del estudio fueron determinar los niveles óptimos de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Potasio en dos híbridos comerciales de maíz, sobre el desarrollo del cultivo y el rendimiento de grano y realizar un análisis económico.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas dependiente de la U.A.G.R.M, durante la campaña de Verano 2008/09, ubicada en la provincia Andrés Ibáñez del departamento de Santa Cruz de la Sierra, entre los paralelos 17°41'54" de latitud Sur, 63°08'03" de longitud Oeste y una altitud de 380 m.s.n.m.

Condiciones edafoclimáticas de los predios de la F.C.A.

De acuerdo a la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrícolas, tiene una temperatura media anual de 22,27°C y un suelo de textura franco arenoso con precipitación promedio anual de 1397,7 mm. (Fuente: Estación meteorología de Facultad de Ciencias Agrícolas)

Material vegetal.

Los híbridos de maíz que se utilizaron en el presente ensayo, fueron: DAS-710 y DK- 834, cuyas características agronómicas se describen a continuación:

DK-834

- Híbrido: triple
- Ciclo (días): 120
- Altura de planta (cm): 210 – 220
- Color de grano: Amarillo - anaranjado
- Textura de grano: Semiduro

DAS-710

- Híbrido: Simple
- Ciclo (días): 110 - 120
- Altura de planta (cm): 180 - 200
- Color de grano: Amarillo - anaranjado
- Textura de grano: Semiduro

Diseño experimental

La evaluación de los híbridos y los niveles de fertilización se efectuó bajo el diseño de parcelas divididas con 16 tratamientos y 3 repeticiones. Donde la parcela principal fue de los híbridos y las subparcelas los niveles de fertilización. Cada unidad experimental tiene una área de 15m², es decir 5m de largo y 3m de ancho con un total de 48 parcelas

Tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis de fertilización utilizados en el ensayo.

Trat.	Híbridos	Niveles	Fertilizantes	Formulación	Dosis Kg/ha	Dosis g/parcela (15m ²)
T1	DAS-710	0 – 0 – 0	.....	.....	.....	.....
T2	DAS-710	200 – 0 – 0	Urea	Urea	435	653
T3	DAS-710	0 – 150 – 0	Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
T4	DAS-710	0 – 0 – 100	Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
T5	DAS-710	200 – 150 – 0	Urea	Urea	365	548
			Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
T6	DAS-710	200 – 0 – 100	Urea	Urea	435	653
			Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
T7	DAS-710	0 – 150 – 100	Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
			Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
T8	DAS-710	200 – 150 – 100	Urea	Urea	365	548
			Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
			Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
T9	DK - 834	0 – 0 – 0	.....	.....	.....	.....
T10	DK - 834	200 – 0 – 0	Urea	Urea	435	653
T11	DK - 834	0 – 150 – 0	Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
T12	DK - 834	0 – 0 – 100	Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
			Urea	Urea	365	548
T13	DK - 834	200 – 150 – 0	Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
			Urea	Urea	435	653
T14	DK - 834	200 – 0 – 100	Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
			Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
T15	DK - 834	0 – 150 – 100	Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255
			Urea	Urea	365	548
T16	DK - 834	200 – 150 – 100	Fosfato monoamónico	11 – 52 – 0	290	435
			Cloruro de potasio	0 – 0 – 60	170	255

Análisis de suelo.

Antes de la siembra se procedió a tomar muestras de suelo en 6 puntos al azar por parcela, con 0-20cm de profundidad para luego homogeneizar la muestra de todo el ensayo en una sola, la cual fue analizada en el laboratorio de suelos de la U.A.G.R.M. el cual nos indica: que el suelo en donde se realizó el ensayo cuenta con las siguientes características necesarias para el cultivo de maíz y los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Análisis Físico – químico del suelo de los predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas.

Parámetro Analítico	Unidad	Resultados	Interpretación
Análisis Físico			
Arena	%	65	
Limo	%	27	
Arcilla	%	8	
Textura			Franco
Análisis Químico			
Materia Orgánica	%	0,84	
pH		6,4	
CIC	meq/100g	11,84	
CE	Mmhos/cm	0.078	
Nitrógeno	ppm	445	Moderado
Fósforo	ppm	4	Moderado
Potasio	ppm	300	Alto
Calcio	ppm	920	Moderado
Magnesio	ppm	49	Alto
Sodio	ppm	80	Alto
Suma de Cat.	meq/100g	6	Medio
S.B	%	52	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos, aguas y plantas F.C.A – U.A.G.R.M.

Aplicación de los fertilizantes.

La aplicación de los fertilizantes se realizó antes de la siembra (7 de noviembre del 2008), después de haber nivelado el área del ensayo en las parcelas se esparció el fertilizante de acuerdo a la unidad experimental en base al análisis del suelo, luego de la aplicación se procedió a la incorporación del fertilizante con la ayuda de un rastrillo.

Labores culturales.

Cosecha.

La cosecha se realizó a los 131 días, en forma manual, de los dos surcos centrales de cada unidad experimental, cuando el grano alcanzó su madurez de cosecha y se encontraba con una humedad que fluctúa de 14 y 17%. El registro de datos de las principales características agronómicas, se efectuó de acuerdo a las recomendaciones de CYMMIT-1998 y CIAT 2004. Se evaluando las siguientes características:

Días a floración masculina.

Se procedió a la evaluación de floración masculina, indicando el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en que el 50% de las flores masculinas liberaron su polen en un 50% de su panoja. Mediante la escala de evaluación:

- Floración precoz (menor a 50 días)
- Floración intermedia (entre 50 y 60 días)
- Floración tardía (mayor a 60 días)

Días a floración femenina.

Se evaluó el número de días entre la siembra y la fecha donde el 50% de las plantas de cada unidad experimental presentaron estigmas de 2 a 3cm de largo.

- Floración precoz (menor a 50 días)
- Floración intermedia (entre 50 y 60 días)
- Floración tardía (mayor a 60 días)

Altura de planta.

Se tomaron al azar diez plantas de cada tratamiento y se midió la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el punto donde nace la hoja bandera.

- Alta (mayor a 250 cm.)
- Media (entre 200 y 250 cm.)
- Baja (menor a 200 cm.)

Altura de inserción de mazorca.

De las mismas diez plantas utilizadas para medir la altura de planta, se registraron la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el punto de inserción de mazorca. Según la siguiente:

- Alta (mayor a 150 cm.)
- Media (entre 100 y 150 cm.)
- Baja (menor a 100 cm.)

Diámetro de tallo.

De las mismas 10 plantas que se midieron anteriormente, se midió el diámetro del tallo, utilizando para esto un calibrador expresado en centímetros, se midió en el segundo entrenudo basal de cada planta.

Acame del tallo.

Se registró el número de plantas con tallos rotos por debajo de la mazorca, este dato se hizo antes de la cosecha.

Acame de raíz.

Este dato se tomo al final del ciclo del cultivo antes de la cosecha de cada unidad experimental, se registro el número de plantas que mostraron una inclinación mayor o igual a 30 grados, con respecto a la superficie al suelo.

Plantas cosechadas.

En el momento de la cosecha se conto el número de plantas de los dos surcos centrales sin importar si las mismas tuvieran una dos o ninguna mazorca en cada planta.

Peso de campo.

Este dato se registró en Kg/parcela, con un decimal, registrando las mazorcas de maíz de todas las plantas cosechadas de cada unidad experimental

Mazorcas podridas.

Se evaluó la incidencia de pudrición de mazorcas en cada una de las parcelas, registrando el número de mazorcas podridas, y expresado el dato en porcentaje.

Diámetro de mazorca.

Se tomaron al azar 5 mazorcas de cada parcela, se midió en centímetros en la parte central, para tal efecto se utilizara un calibrador.

Longitud de mazorca.

En las mismas 5 mazorcas evaluadas para la variable anterior, se determinó la longitud de mazorca en centímetros, midiendo la distancia desde la base de la mazorca hasta el ápice.

Hileras/mazorca.

En 5 mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental, se conto el número de hileras por mazorca se obtuvo el valor promedio respectiva.

Numero de grano hilera.

Se registró el número de granos por hilera de las 5 mazorcas tomadas al azar y se obtuvo el valor promedio respectivo.

Peso de mazorca con marlo.

Se tomaron 5 mazorcas al azar de cada tratamiento, el pesado se realizó en una balanza de precisión con dos decimales y los datos se registraran en gramos.

Peso de mazorca sin marlo.

De las 5 mazorcas tomadas al azar de cada tratamiento se obtuvo el peso de grano sin marlo, este peso se realizó en una balanza de precisión con dos decimales y los datos se registraran en gramos.

Peso de 100 granos.

Este dato fue registrado de 5 mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental para las variables longitud, diámetro de mazorca, número de hilera y granos por hilera, se pesaron 100

semillas en una balanza de precisión ya que este dato será utilizado para el cálculo de rendimiento.

Porcentaje de humedad de grano.

El porcentaje de humedad del grano se registro inmediatamente después de la cosecha y del desgranado de las 5 mazorcas en cada unidad experimental, las cuales se determinaron con un humidímetro electrónico determinador de humedad.

Rendimiento (T/ha)

Una vez que se determino el peso de campo y el contenido de humedad al 13% de cada tratamiento, se calculo el rendimiento en toneladas de grano/ha

Análisis estadístico.

Se procedió a calcular el respectivo análisis de varianza, mediante un paquete estadístico (Clyder), Para las características agronómicas que mostraron significancia en el análisis de varianza, se realizaron comparaciones múltiples de media, siguiendo la metodología del análisis estadístico DMS al 5% de probabilidad

Análisis económico.

A partir de los datos de rendimiento de campo y el precio de los fertilizantes, se realizó un estudio sobre el presupuesto parcial para cada tratamiento con el objetivo de determinar el beneficio neto (BN), y la tasa de retorno marginal (TRM).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Condiciones climáticas.

Precipitación.

La precipitación es el factor más importante en la productividad de los cultivos, ya que es la principal fuente de humedad del suelo y su distribución durante el periodo vegetativo. Durante el ciclo del cultivo de maíz se registro una precipitación acumulada de 617,7mm, marzo fue el mes con mayor precipitación (203,3mm), mientras que el mes de noviembre registro la mínima de (29,3mm), los primeros dos meses noviembre y diciembre las precipitaciones fueron bajas perjudicando el desarrollo normal del cultivo, y los últimos dos meses enero y febrero fueron regulares, finalmente el mes de marzo registro una precipitación de 203,3mm que desfavoreció al proceso de secado de grano y perjudicó a las mazorcas que no presentaron una buena cobertura.

Según el **CIAT (2004)**, el maíz requiere a lo largo de su ciclo precipitaciones entre 400 a 500 mm bien distribuidas, aunque en

el periodo vegetativo y de maduración es tolerante a la déficit hídrica y no así durante la formación de inflorescencia, a su vez el encharcamiento puede reducir el rendimiento.

Por su parte **Parsons (1982)**, indica que la humedad ideal para su mejor desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo, las necesidades hídricas durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm aunque la cantidad óptima de lluvia es de 550 mm y las variedades precoces requieren menos agua que las tardías.

Al respecto **Bartolini (1990)**, señala que el agua es un factor fundamental para el buen desarrollo vegetativo del maíz, las necesidades hídricas aumenta progresivamente, a medida que se alargan los entre nudos, la falta de humedad en este periodo de floración tiene una notable influencia sobre el rendimiento de grano.



Figura 1. Precipitación pluvial (mm), registrada durante el desarrollo de ensayo.

Temperatura.

Durante el ciclo del cultivo se registro una temperatura promedio de 26,38 °C, la temperatura máxima promedio fue de 31,16°C y la temperatura mínima promedio alcanzo los 21,66°C.

Según **CIAT (2004)**, en condiciones normales la semilla de maíz germina en 5 a 6 días en temperaturas de 25 a 30°C, mientras que a temperaturas medias a 13°C se presenta problemas de germinación, aunque durante la etapa vegetativa la temperatura diurna óptima para el crecimiento y desarrollo del maíz oscila entre 21 a 25°C. Por su parte **Parsons (1982)**, sostiene que el maíz es de clima cálido, para una buena producción las temperaturas deben oscilar entre 20 a 30°C las óptimas dependen del estado del desarrollo.

Al respecto **López (1991)**, señala que el maíz requiere una larga estación de crecimiento y clima cálido, no siendo posible su cultivo donde la media de temperaturas es inferior a 19°C, y promedios de la temperatura nocturnas durante los meses de verano es muy inferior a 13°C, la mayor producción tiene lugar desde la temperaturas cálidos varía entre 21 a 27°C.

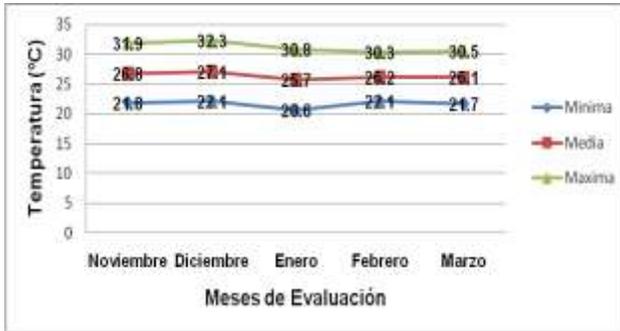


Figura 2. Temperaturas mensuales registradas durante el ensayo.

Características agronómicas.

Floración masculina.

El análisis de varianza para esta característica, muestra que existen variaciones de 57 y 64 días, con promedio un general de 62 días, presentando un coeficiente de variación de 4,18%

En la Figura 3 y 4, se muestra los resultados del ensayo para esta variable. Al respecto **Naderman (1992)**, indica que la floración es afectada principalmente por la temperatura, señalando que las temperaturas altas aceleran el ciclo de floración, las temperaturas bajas disminuyen la rapidez de la misma.



Figura 3. Valores promedios de los días floración masculina (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo.

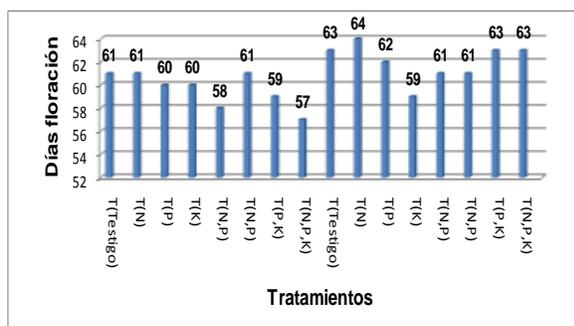


Figura 4. Valores promedios de los días a floración masculina para los tratamientos en el ensayo.

Floración femenina.

El análisis de varianza para esta característica, muestra que hay variaciones entre los días a floración, con promedio general de días, presentando un coeficiente de variación de 3,26%. En la Figura 5 y 6, se puede observar que la prueba de comparador de medias DMS al 5% de probabilidad, ningún híbrido y niveles de fertilización, como la interacción difiere estadísticamente entre sí.

Al respecto **Capire y Merazo (1999)**, indican que según el intervalo de floración masculina – femenina, los materiales donde la inflorescencia femenina emerge antes que la masculina son fisiológicamente tolerantes a sequía.

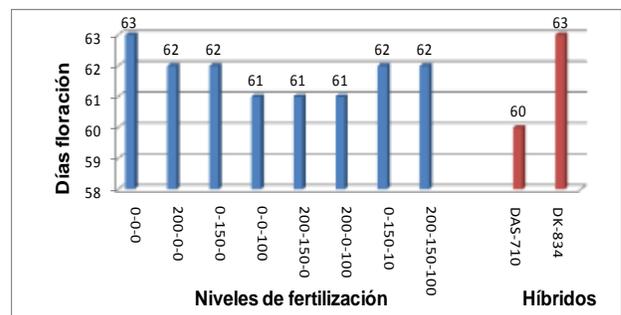


Figura 5. Valores promedios de los días a floración femenina (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo.

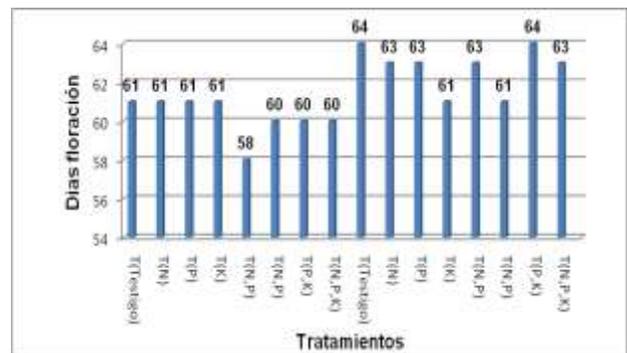


Figura 6. Valores promedios de los días a floración femenina para los tratamientos en el ensayo.

Altura de planta.

El análisis de varianza para esta característica, muestra que hay variaciones entre 129 y 116cm de altura de planta. Con promedio general de 123 cm, presentando un coeficiente de variación de 7.30% (Figura 7 y 8). Al respecto **Aldrich y Lengn (1994)**, señalan que al observar el sembrado en grupo se nota que las plantas no presentan el mismo tamaño, siendo posiblemente la causa de que la competencia dentro del grupo

parece atrasar el crecimiento, por lo menos en alguno de ellas. Por su parte **Malavolta y Crocome (1982)**, concuerdan que los niveles de adecuados de nitrógeno y fósforo en el suelo aseguran un buen desarrollo de las plantas. Según **Embrapa (1997)**, el comportamiento diferencial en cuanto a la altura de planta se puede deber a la fertilidad del suelo y a la constitución genética del maíz.

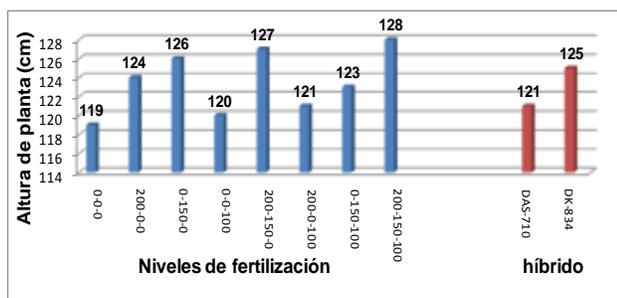


Figura 7. Valores promedios de altura de planta (niveles de fertilización y híbridos) del ensayo.

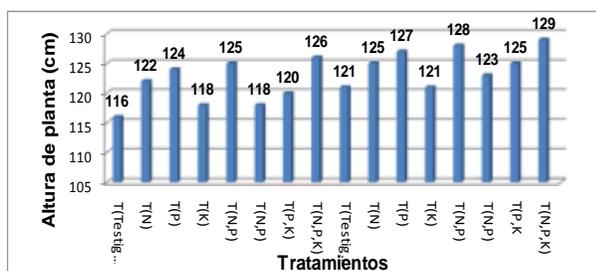


Figura 8. Valores promedios de altura de planta para los tratamientos en el ensayo.

Altura inserción de mazorca.

El análisis de varianza para esta característica, muestra variaciones entre 68 y 45cm de altura de mazorca. Con promedio general de 57cm, y un coeficiente de variación de 10.25%. En la Figura 9, se muestra como se puede observar que el híbrido DK - 834 con 63 cm de alto, difiere estadísticamente del híbrido DAS - 710 con 29 a 50cm, como también los niveles de 200-150-0 y 200 - 150 - 100 presentan los más alto, unidos por la misma letra, difieren estadísticamente de los niveles respectivamente. Al respecto **Roig y Martínez (1974)**, comentan que existe una relación directa entre altura de planta y la altura de inserción de mazorca, los mismos autores, especifican que la altura también puede variar, en función al mejoramiento genético de cada material vegetal, así mismo la interacción que se presenta en el ambiente.

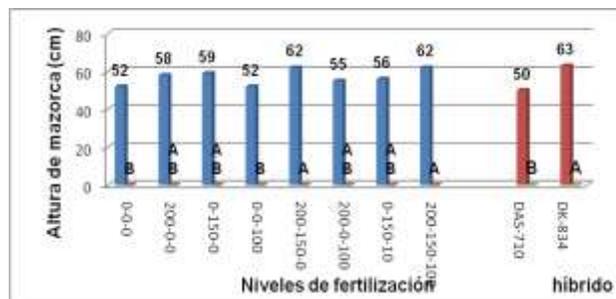


Figura 9. Valores promedios de altura de mazorca (niveles de fertilización y híbridos) del ensayo.

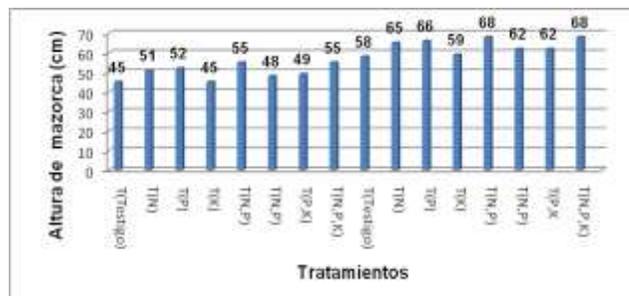


Figura 10. Valores promedios de altura de mazorca para los tratamientos en el ensayo.

Acame de raíz.

El análisis de varianza para esta característica, muestra variaciones que van desde 0,00 y 0,67% de acame de raíz, definiendo con promedio general de 0,21 %, y un coeficiente de variación de 7,91% (Figura 11 y 12). Según **Thosimi (1999)**, menciona que con una mayor nutrición fosfatada en el cultivo de maíz, resulta un incremento de biomasa radicular, beneficiando conjuntamente el desarrollo de las plantas y reduciendo el acame de las mismas. Al respecto **Morgan (1995)**, comenta que gracias a la tecnología se pudo crear un maíz con la característica “Stay green”, que significa tallo siempre verde, con lo que se puede obtener menor porcentaje de acame.



Figura 11. Valores promedios de acame de raíz (niveles de fertilización y híbridos) del ensayo.

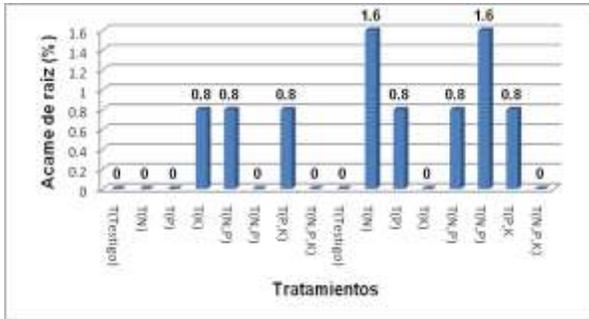


Figura 12. Valores promedio de acame de raíz para los tratamientos en el ensayo

Acame de tallo.

El análisis de varianza para esta característica, donde existen variaciones que van desde 0,00 y 0,33% de acame de tallo, definiendo con promedio general de 0,165%, y un coeficiente de variación de 400% (Figura 13 y 14). Según Cloofe (2001), en un ensayo realizado sobre fertilización, pudo observar que las plantas de maíz fertilizadas adecuadamente, tiene un mayor grado de resistencia tanto al acame de tallo y de raíz, ya que estas tienden a fortalecer su estructura. Por su parte Allard y Poehman (1997), pudieron observar que en los suelos con mayor porcentaje de materia orgánica, las plantas de maíz eran mas resistentes al acame de tallo, ya que presentaban tallos robustos, con un buen diámetro y raíces profundas

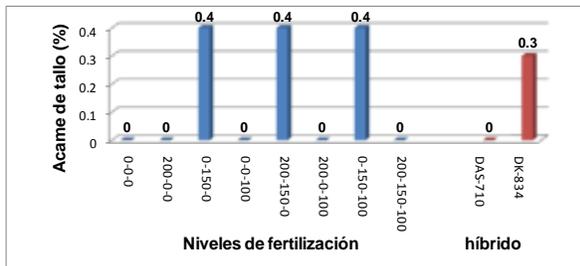


Figura 13. Valores promedio de acame de tallo (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo.

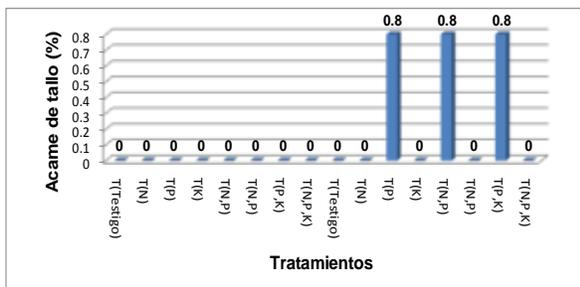


Figura 14. Valores promedio de acame de tallo para los tratamientos en el ensayo.

Diámetro de tallo.

Existen variaciones entre 1,38 y 1,64cm de diámetro de tallo, obteniendo con promedio general de 1,51cm, y un coeficiente de variación de 9,66%. (Figuras 15 y 16). Según Tosello (1987), afirma que el mayor problema que ocurre con el diámetro de tallo y dureza del mismo es por la deficiencia de lisina triptófano que presenta el endospermo y esto hace que los animales no lo puedan consumir con facilidad. Al respecto Méndez (1990), señala que las correlaciones fenotípicas encontradas en un ensayo con 16 cultivares de maíz fueron más afectadas por el genotipo que por el ambiente.

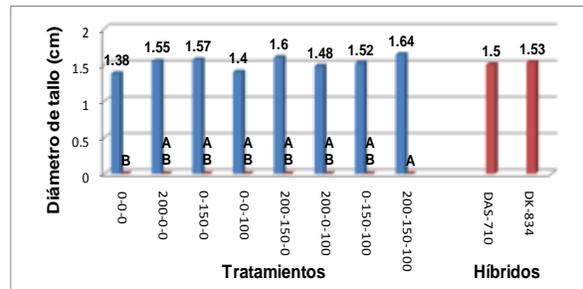


Figura 15. Valores promedio de diámetro de tallo (niveles de fertilización e híbridos) en el ensayo.

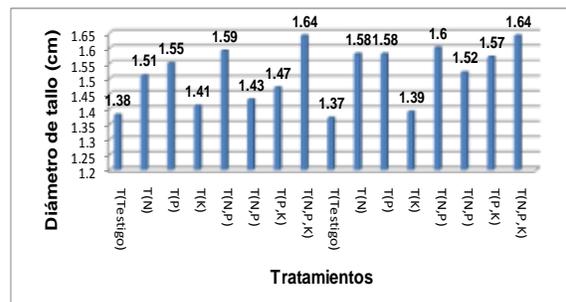


Figura 16. Valores promedio de diámetro de tallo para los tratamientos en el ensayo

Prolificidad.

Para esta característica, donde existen variaciones entre 79 y 91% de prolificidad en los tratamientos, obteniendo con promedio general de 85,34%, y un coeficiente de variación de 7,13% (Figura 17 y 18). Según Cooke (2000), señala que la prolificidad varía desde la especialidad del lugar, tales como los niveles de nutrientes, hasta las recomendaciones específicas de un dominio, por ejemplo, un grupo de agricultores para los que una cierta tecnología o componente tecnológico es válido, como cultivares, sistemas de labranza, fecha de siembra, componentes de los cultivos intercalados o sistema de control de la escorrentía y de la erosión, algunos componentes tecnológicos podrán variar

en lo que se refiere a la prolificidad, la cual a su vez dependerá de la fragilidad del ambiente y de las condiciones agroecológicas a las esos componentes serán aplicados.

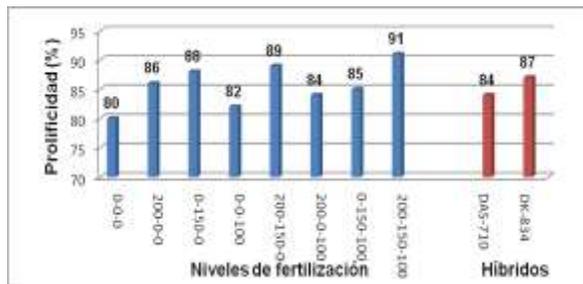


Figura 17. Valores promedio de porcentaje de prolificidad (niveles de fertilización y híbridos).

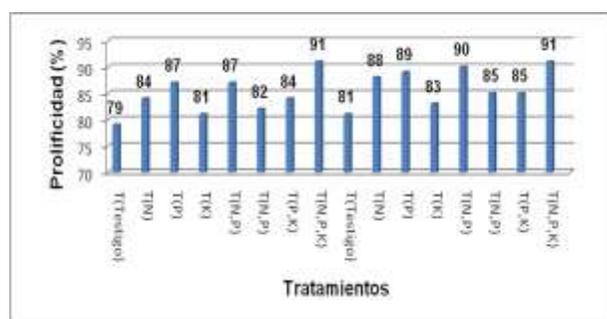


Figura 18. Valores promedio de porcentaje de prolificidad (para los tratamientos en el ensayo).

Mazorcas podridas.

En esta característica, hay variaciones entre 9 y 21% de mazorcas podridas. Con promedio general de 15% de mazorcas podridas, y un coeficiente de variación de 41,84% (Figura 19 y 20). Según Gomez (1999), señala que la pudrición de las mazorcas es frecuente en lugares lluviosos, sobre todo cuando las precipitaciones coinciden con la emisión de los estigmas, así mismo, una mala cobertura de mazorca y ataque de aves e insectos, inciden sobre la presencia de patógenos que originan pudrición de mazorcas, como *Fusarium sp* y *Diploidea*

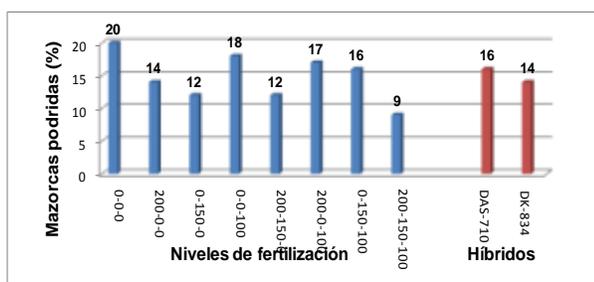


Figura 19. Valores promedio de mazorcas podridas (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo.

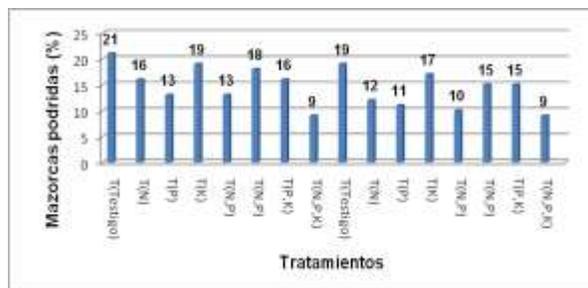


Figura 20. Valores promedio de mazorcas podridas para los tratamientos en el ensayo.

Longitud de mazorca.

El análisis de varianza para esta característica, donde se observa variaciones entre 14,1 y 16,3 cm de longitud de mazorca, obteniendo con promedio general de 15,24 cm, y un coeficiente de variación de 4,54% Figuras 21 y 22). Al respecto **Jugenheimer (1991)**, explica que las características relacionadas con la longitud de mazorca, están influenciadas por la constitución genética del híbrido y las condiciones climáticas y edáficas donde fue sembrado. Por su parte **Embrapa (1997)**, señala que los tratos culturales en la siembra de maíz, como épocas de siembra, densidades de siembra, uso de fertilización química y otros, puede inducir sobre la expresividad genética de la longitud de la mazorca.



Figura 21. Valores promedio de longitud de mazorcas (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo.

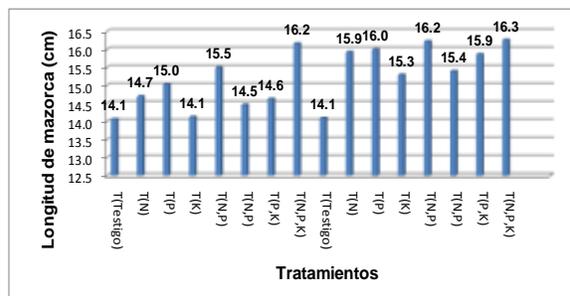


Figura 22. Valores promedio de longitud de mazorcas para los tratamientos en el ensayo

Diámetro de mazorca.

Para esta característica, donde se observa variaciones entre 3,73 y 4,73 cm de diámetro de mazorca. Obteniendo un promedio general de 4,28 cm, y un coeficiente de variación de 4,62% (Figura 23 y 24). Al respecto **Capire y Merazo (1999)**, comparando los parámetros de distintos híbrdos, llegaron a la conclusión de que el nitrógeno es un elemento fundamental para el desarrollo de la planta de maíz, influye en su altura, inserción de mazorca, largo, diámetro y peso de mazorca. **Brauer (1975)**, manifiesta que esta variable agronómica está determinada genéticamente pero tiene una influencia marcada por factores internos y externos.



Figura 23. Valores promedios de diámetro de mazorcas (niveles de fertilización y híbrdos) en el ensayo.

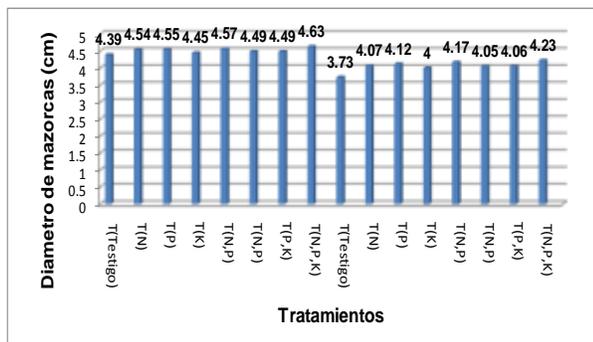


Figura 24. Valores promedios de diámetro de mazorcas para los tratamientos en el ensayo.

Peso de mazorca.

Para esta característica existen variaciones entre 133,7 y 190,1g peso de mazorca, obteniendo un promedio general de 156,44 g, y un coeficiente de variación de 12,51% la Figura 25 y 26)

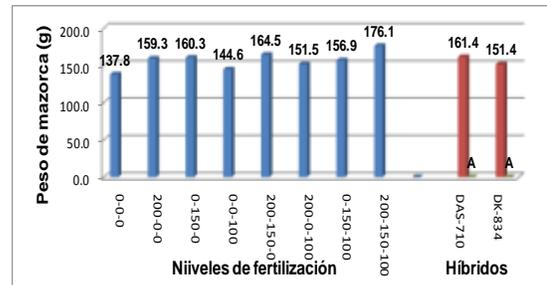


Figura 25. Valores promedios de peso de mazorca (niveles de fertilización y híbrdos) en el ensayo.

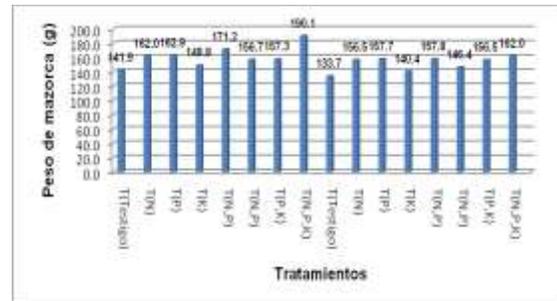


Figura 26. Valores promedios de peso de mazorca para los tratamientos en el ensayo.

Hileras por mazorca.

Esta variable, muestra variaciones entre 12 y 17 hileras por mazorcas, obteniendo un promedio general de 15 hileras por mazorca, con un coeficiente de variación de 4,90% (Figura 27). Por su parte **Camaño y Melgar (1998)**, indican que la inflorescencia femenina está formada por raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas dos paleas y dos flores una de ellos es estéril y la otra fértil. Al respecto **Allard y Poelman (1977)**, citado por **Álvarez y Steinbach (2000)**, señalan que los hileras por mazorca tienen una estrecha relación con el tipo de grano, ya sea este cristalino, dentado o semi- dentado y el diámetro de la mazorca.

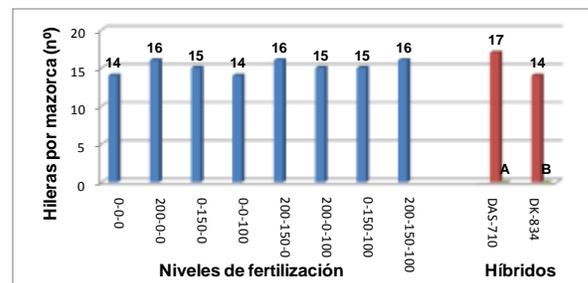


Figura 27. Valores promedios de hileras por mazorca (niveles de fertilización y híbrdos) en el ensayo.

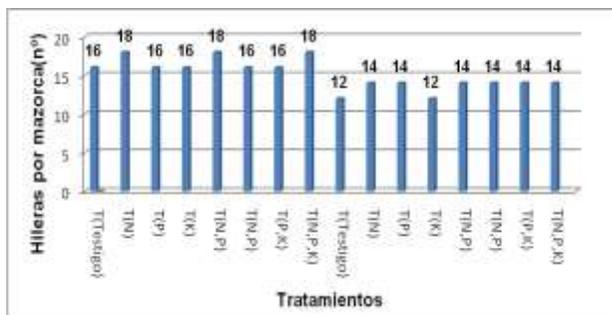


Figura 28. Valores promedios de hileras por mazorca

Granos por hilera.

Para esta variable, se observa variaciones que van desde 27 y 34 granos por hilera, con promedio general de 30 granos, y un coeficiente de variación de 6,18% (Figura 27 y 28). Al respecto Brauer (1975), indica que las características agronómicas relacionadas con el aspecto de hileras por mazorca, si bien son determinadas genéticamente, pueden modificarse drásticamente por el manejo agronómico que se les otorgue. Ya Echeverría y García (1998), explican que el cultivo de maíz reacciona positivamente a las aplicaciones de nitrógeno, con una respuesta positiva y lineal hasta los 80 kg de N/ha, todo esto dependiente de las condiciones de manejo dadas por el agricultor, ya que se puede lograr incrementos entre el 30% y 40% en la producción, y el número de granos por hilera también se ve favorecida, ya que estos representan los incrementos de 12.5 hasta 25 kg de maíz por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

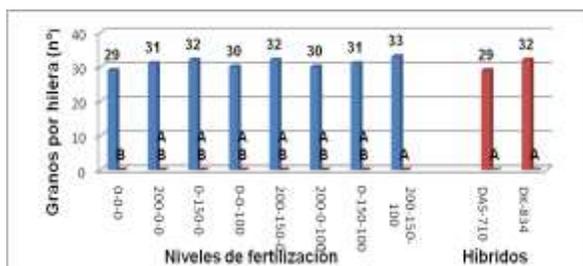


Figura 29. Valores promedios de granos por hilera

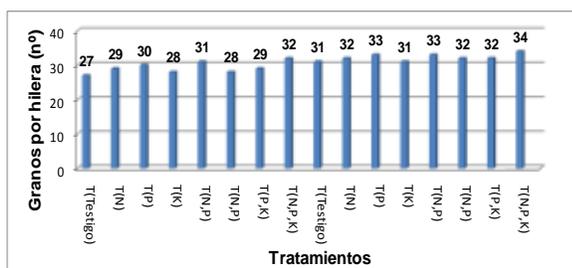


Figura 30. Valores promedios de granos por hilera para los tratamientos en el ensayo

Peso de 100 semillas.

Se observa que variaciones que van desde 26,33 y 35,29 gramos por cien semillas, con promedio general de 29,89 gramos, y presentando un coeficiente de variación de 10,16%. El análisis de varianza nos muestra que no hubo diferencia significativa entre la parcela principal (híbridos), la subparcela (niveles de fertilizantes) y la interacción (híbridos y niveles de fertilizantes). (Figura 31 y 32)

Al respecto Allar y Poelman (1997), señalan que el peso individual del grano en el cultivo de maíz tiene una influencia decisiva sobre el rendimiento del grano, por que el mejoramiento genético de los híbridos actuales toma muy en cuenta estas variables. Camaño y Melgar (1998), explican que los granos de maíz están constituidos principalmente de tres partes, la cascarrilla, el endospermo y el germen. El endospermo, es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso, sin embargo este peso, se va influenciado si el endospermo es afectado por factores tanto externos como internos.



Figura 31. Valores promedios en peso de 100 granos (niveles de fertilización y híbridos) en el ensayo

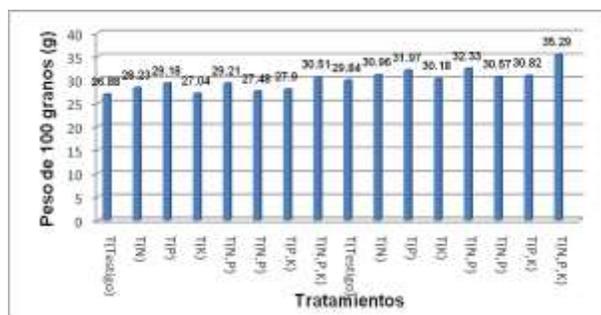


Figura 32. Valores promedios en peso de 100 granos para los tratamientos en el ensayo.

Incidencia de roya de la hoja por (Puccinia polysora)

En la figura 33, se observa que la incidencia de puccinia polysora fue baja según la escala de evaluación, no teniendo incidencia alguna, respecto al normal desarrollo del cultivo de

maíz, ya que ningún tratamiento presento daños severos. Al respecto **Herbas (1981)**, indica que la principal enfermedad del maíz es la roya polisor, la función que se caracteriza por la presencia de signo o señal que consiste en pústulas o soros de forma oval o elíptica y de tamaño variado, de color pardo rojizo, sobre ambas caras de la hoja. A medida que la planta madura las pústulas pueden presentar una coloración pardo más oscuro, como consecuencia del desenvolvimiento de las teliosporas, estas pústulas cubiertos al principio por una capa de célula del hospedante se rompen y dejan salir los uredosporas del hongo causante de esta enfermedad. Sobre estas pústulas junto a ella se observa al final de la estación de crecimiento un polvillo de color oscuro casi negro que corresponden a las esporas de duración o teliosporas, el agente causal de este enfermedad es causado por el hongo **Puccinia sorghi schw**, los urediosporos son producidos por enuredias, son de forma esférica o elíptica, de coloración canela, las hliosporas son de color marrón oscuro, que después de su germinación dan origen a los basidiosporas.

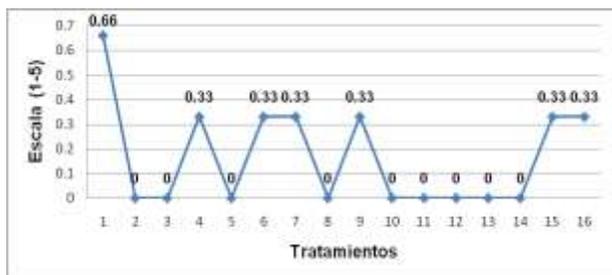


Figura 33. Incidencia de *Puccinia polysora* en el ensayo.

Incidenca por helmintosporiosis (*Helminosporium maydis*)

En la figura 34, se observa la incidencia de esta enfermedad de cada tratamiento, la cual fue baja según la escala, no teniendo incidencia alguna, respecto al normal desarrollo del cultivo de maíz, ya que ningún tratamiento presento daños severos. Al respecto **Herbas (1981)**, indica que la principal enfermedad del maíz es el helmintosporiosis, esta enfermedad se manifiesta por manchas elípticas de color amarillo, midiendo aproximadamente de 2,5 a 15 mm, estas manchas se presentan inicialmente en hojas inferiores aunque no es raro observar sobre toda las hojas, cuando el ataque es severo, pudiendo esto resultar la muerte en la prematura de la planta, en condiciones de humedad abundante, es posible observar la señal o signo en el envés de la hoja en forma de círculos concéntricos y de aspecto pulverulento oscuro que corresponde a las condiciones el hongo causante de esta enfermedad. El agente causal de esta enfermedad es el hongo imperfecto **Helminosporium maydis**,

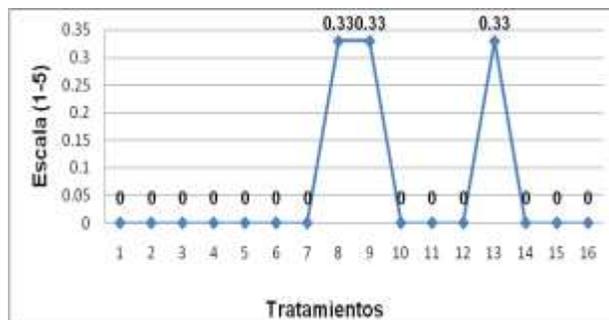


Figura 34. Enfermedad de la hoja *helminosporiosis maydis*.

Análisis de regresión

Peso de mazorca en relación al rendimiento.

La variación del peso de la mazorca en relación al rendimiento se observa en la Figura 35, la cual muestra una tendencia positiva, así con podemos observar que las curvas se adecuan a una curva lineal, que muestra mientras mayor es el peso de las mazorcas, se obtiene mayor rendimiento.

Así mismo se ha graficado la función de producción y peso, es decir (Rendimiento vs peso de mazorca), obteniendo la función: $y = 0,290x - 2,079$ y $R^2 = 0,846$ donde "X" es el peso de mazorcas y "y" es el rendimiento. Además se muestra, el rendimiento en forma lineal. Sin embargo la correlación obtenida resultó no ser significativa ($r = 0,846$) pero en base a la función, se demostró que la máxima producción se presenta cuando pesa 190,13 gramos por mazorca, con la que se producirá 7,85 t/ha de maíz.

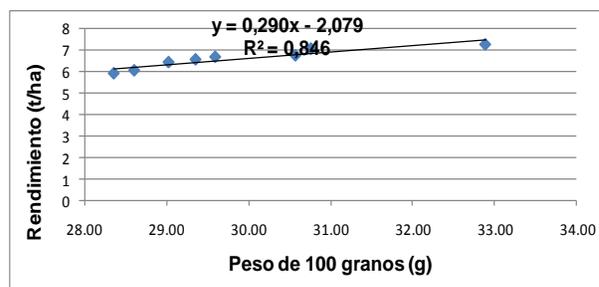


Figura 35. Comportamiento del rendimiento de grano (t/ha)

Peso de 100 granos en relación al rendimiento.

La variación del peso de 100 granos en relación al rendimiento se observa en la **Figura 36**, la cual muestra una tendencia positiva, así como podemos observar que las curvas se adecuan a una curva lineal, que muestra mientras mayor es el peso de las 100 granos, se obtiene mayor rendimiento.

Así mismo se ha graficado la función de producción y peso, es decir (Rendimiento vs peso de 100 granos), obteniendo la

función: $y = 0,038X - 0,524$ y $R^2 = 0,969$ donde "X" es el peso de 100 granos y "y" es el rendimiento, Además se muestra que por cada grano en el peso de 100 granos, el rendimiento en forma lineal. Sin embargo la correlación obtenida resulto no ser significativa ($r = 0,969$) pero en base a la función, se demostró que la máxima producción se presenta cuando 100 semillas pesan 35,29 gramos, con la que se producirá 7,85 t/ha de maíz.

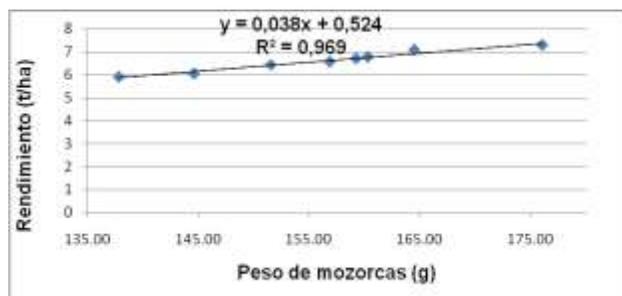


Figura 36. Comportamiento del rendimiento de grano (t/ha) Rendimiento de grano.

En la Figura 37, se muestra en la prueba del comparador de media DMS al 5% de probabilidad, la cual indica que el híbrido DAS - 710 con 6,97 t/ha, no difiere estadísticamente del híbrido DK - 834 el cual obtuvo 6,23 t/ha, el niveles 200-150-100 presenta el mayor con mayor rendimiento, y difiere estadísticamente de los demás niveles que están unidos por la misma letra.



Figura 37. Valores promedio de rendimiento en el ensayo.

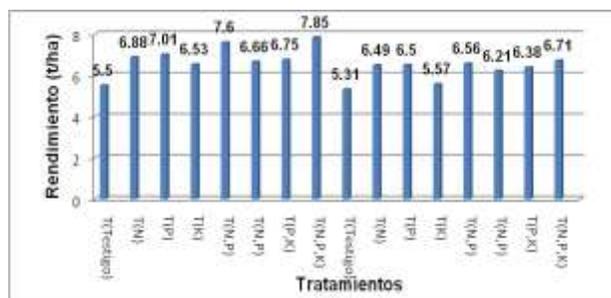


Figura 38. Valores promedio de rendimiento para los tratamientos en el ensayo

Análisis económico.

En el Cuadro 3, se presenta el análisis de dominancia y la tasa de retorno marginal (TRM), evidenciando que las dosis de 200-0-0, kg/ha de nitrógeno registro 20% y la dosis 0-0-100 kg/ha de potasio obtuvo 150%, la tasa de retorno marginal respectivamente este resultado indica que por cada dólar invertido en la fertilización, el agricultor podría recobrar el dólar invertido y obtener 0,2 y 1,50 dólares adicionales, siendo el híbrido DAS-710 con mayores rendimientos.

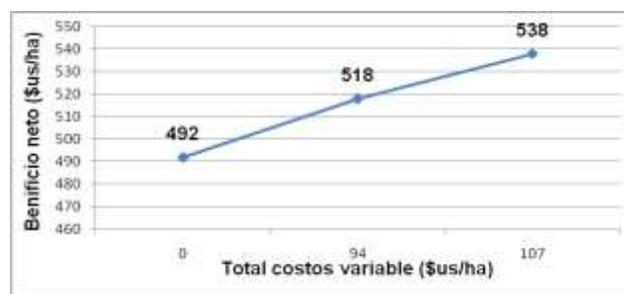


Figura 39. Comportamiento de costos variables, en relación al beneficio neto, del ensayo.

Cuadro 3. Análisis económico para la fertilización química de maíz en el ensayo.

Trata.	Híbridos	Fertilización (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Rendimiento Ajustado al (10%) (Kg/ha)	Fertilizante (\$us/ha)	Aplicación (\$us/ha)	TCV (\$us/ha)	BB (\$us/ha)	BN (\$us/ha)	Dominancia "D"	TRM %
					N-P-K						
T1	DAS-710	0-0-0	5600	4960	0	0	0	510	510	.....
T4	DAS-710	0-0-100	6530	5877	87	7	94	605	511		1%
T2	DAS-710	200-0-0	6880	6192	100	7	107	638	531		154%
T3	DAS-710	0-150-0	7010	6309	128	7	135	650	515	D	
T6	DAS-710	200-0-100	6660	5994	187	7	194	617	423	D	
T7	DAS-710	0-150-100	6750	6075	215	7	222	626	404	D	
T5	DAS-710	200-150-0	7600	6840	228	7	235	705	470	D	
T8	DAS-710	200-150-100	7850	7065	315	7	322	728	406	D	
T9	DK-834	0-0-0	5310	4779	0	0	0	492	492	.....
T12	DK-834	0-0-100	5570	5013	87	7	94	516	422	D	
T10	DK-834	200-0-0	6490	5841	100	7	107	602	495		3%
T11	DK-834	0-150-0	6500	5850	128	7	135	603	468	D	
T14	DK-834	200-0-100	6210	5584	187	7	194	575	381	D	
T15	DK-834	0-150-100	6380	5742	215	7	222	591	369	D	
T13	DK-834	200-150-0	6560	5904	228	7	235	608	373	D	
T16	DK-834	200-150-100	6720	6039	315	7	322	622	300	D	

Variable	Precio unitario (\$us/kg)	TCV: Total costos variable
Fertilizante		BN: Beneficio neto
N (\$us/kg)	0,50	BB: Beneficio bruto
P (\$us/kg)	0,85	TRM: Tasa de retorno marginal
K (\$us/kg)	0,83	D: Dominado
Precio maíz (\$us/kg)	0,103	

CONCLUSIONES

- En cuanto a las enfermedades (roya de hoja y helmintoporiasis), la incidencia fue bajo según la escala (1-5), posiblemente debido al factor genético, ya que ningún tratamiento presentó daño severo.
- El híbrido que presentó mayor rendimiento con la fertilización el DAS-710 con un promedio 6,85 t/ha mientras el DK-834 con 6,22 t/ha respectivamente.
- De acuerdo a los rendimientos obtenidos sobre niveles de fertilización (N-P-K), el nivel 200-150-100 kg/ha obtuvo mayor incremento de 74% con respecto al testigo.
- Basándose en la curva de beneficio neto y total costos variable, el análisis económico indica que las dosis de aplicación son económicamente rentables 0-0-100 kg/ha y 200-0-0 kg/ha, con el cual se obtiene 6,53 kg/ha y 6,88kg/ha de grano del híbrido DAS-710, de igual manera con dosis 200-0-0 kg/ha, el híbrido DK-834 obtiene 6,49 kg/ha, esto indica que la tasa de retorno marginal es de 1% , 154% y 3% por un dólar de inversión recibirá 0,01 ; 1,54 y 0,03 dólares adicionales.

BIBLIOGRAFIA

- Aldrich, H. L y Lengn E. V 1994. Introduction to probabiliti and Statistics W. H Freeman, & Co. San Francisco, 333 p.
- Allar y Poehlman 1997. Principios de la mejora genética de las plantas Ed. Omega. Barcelona, España, 498 p.
- Brauer, H.O. 1975. Natuiraleza y propiedades de los. Texto de edafología para enseñanza. Ed. MS. Barcelona. España. 556 p.
- Bartolini, R. 1990. El maíz. Editorial Mundi-Prensa. España. pp. 155 - 156
- Canedo, U. E. 2006. Texto de fertilidad de suelo. Facultad de Ciencias Agrícolas, U. A. G. R. M. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 3, 31-46
- CIAT, 2004. Manual técnico del maíz. Santa Cruz de la sierra, Bolivia. 69 p.
- Camaño, A. y R. Melgar, 1998. Fertilización con nitrógeno, fosforo y azufre en maíz de alta productividad. Ext. Exp. Ag. Pergaminito Rev. Tecnología Agropecuaria VII N° 5 pp11-14
- Capire y Merazo, 1999. Nutricion de los cultivos y su mejoramiento de suelos, Mexico D.F. 67 p
- Domínguez, V. A. 1989. Tratado de fertilización. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 42-47.
- Echeverria, H . y F. Garcia, 1998. Guia para la fertilizacion fosfatada de trigo, maiz, frejol y soya. Boletin tecnico N°119. EEA INTA Balcarce. Centro Regional Buenos Aires Sur. ISSN 0255-0548.
- Embrapa 1997. Recomendaciones técnicas para o cultivo do milho Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuaria – Ed. Basilia: Embrapa – SPI.
- FAO, 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín N° 9, Roma, Itália. 25 p.
- Fuentes, Y. J. L. 1999. El suelo y los fertilizantes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Jugenheimer, R. W. 1989. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de similla. Mexico D.F. LIMUSA. 841 p
- López, B. L. 1991. Cultivos herbáceos cereales. Volumen I, Primera edición. Mundi-Prensa. Barcelona, España. 34p.
- Malavolta y Crocome 1982. Fertilidad y fertilización, Ed. UTHEA. México. 25 p
- Nostas, J. F. Respuesta a la fertilización química en cinco híbridos de maíz. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas, U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. pp. XII.
- Naderman, G. 1991. Curso de capacitacion sobre sistema de labranza, Presidencia Roque Seanz Peña, provincia de chaco, Argentina. pp 27.
- Parsons, D. B. 1982. Maíz: manual para la educación agropecuaria. Editorial Trillas. México DF. 56p.
- Paz, T. W. 2004. Efecto de la fertilización química en diferentes etapas fenológicas en el cultivo de maíz. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas, U. A. G. R. M. Santa Cruz, Bolivia. pp. VIII.
- Rodríguez, R. W. 2007. Formulación de recomendaciones para la fertilización de los cultivos agrícolas. Una versión técnica. Imprenta Red & Blue. Cochabamba, Bolivia. pp.1-3.
- Roig, y Martines, P. 1974. Agricultura practica. Editorial Barcelona – España. 685 p.
- Unterlasdtaetter, R. 2005. Cultivos para los llanos cálidos de Bolivia. Ed. Lewy Libros. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. Pp. 171-180.
- Worthen, E. L & Aldrich, S. R. 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. Ed. Hispano Americano SA. Chapingo, México. pp. 130-132.

ADAPTACIÓN REGIONAL DE OCHO LÍNEAS DE SOYA (*Glycine max. (L.) Merrill*) EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ¹

GILKA JEANINNE TALAVERA ALARCÓN²; ROGELIO CRUZ C³

RESUMEN. El presente trabajo tiene por objetivo la evaluación y preselección de ocho líneas de soya transgénica generadas por el Programa de Mejoramiento Genético (Nidera) comparados con 2 variedades locales (Munasqa y DM 7.8 i) en la zona Este de expansión (Pailón y Cuatro Cañadas) y el Norte Integrado (Okinawa I y Colonia Pirai) del departamento de Santa Cruz, durante la campaña de verano 2010/11. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con 10 tratamientos y 4 reiteraciones cada uno. Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a cosecha, altura de planta, altura de primera inserción, vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas y rendimiento, y se realizó un análisis estadístico de varianza con el comparador DMS. De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones: Las líneas Nidera: NA 5909, NS 7227, NS 7100, NS 7255, NA 8009, NS 8262, NS 8282 y la variedad testigo DM 7.8 i, presentaron ciclo precoz, y la variedad testigo Munasqa y la línea NA 8015 fueron calificadas como intermedias. En lo que respecta a la altura de la planta, las líneas NA 5909, NS 8262, NS 8282 y el testigo local Munasqa presentaron porte medio, y las líneas NS 7227, NS 7100, NS 7255, NA 8009, NA 8015 y la variedad testigo DM 7.8 i fueron de porte alto. Las líneas en estudio Nidera presentaron mejor sanidad y tolerancia a las enfermedades Mancha anillada y Mancha púrpura, en comparación a las variedades testigos. Con relación al rendimiento del grano entre genotipo, las líneas, NS 7227 y NS 8282 promovieron una producción promedio de más de 3000 kg/ha, superando a las variedades testigos DM 7.8 i con 2914 kg/ha y Munasqa con 2372 kg/ha.

Palabras Clave: líneas de soya, adaptación, Mejoramiento genético

REGIONAL ADAPTATION OF EIGHT LINES OF SOYA (*Glycine max. (L.) Merrill*) IN FOUR LOCATIONS OF THE DEPARTMENT OF SANTA CRUZ

ABSTRACT. The purpose of this work is the evaluation and preselection of eight transgenic soybean lines generated by the Genetic Improvement Program (Nidera) compared with 2 local varieties (Munasqa and DM 7.8 i) in the eastern zone of expansion (Pailón and Cuatro Cañadas) and the Integrated North (Okinawa I and Colonia Pirai) of the department of Santa Cruz, during the 2010/11 summer campaign. The experimental design used was that of randomized blocks with 10 treatments and 4 repetitions each. The variables evaluated were: days to flowering, days to harvest, plant height, height of first insertion, pods / plant, grains / pod, weight of 100 seeds and yield, and a statistical analysis of variance was performed with the DMS comparator. According to the objectives set and the results obtained, the following conclusions were reached: Nidera lines: NA 5909, NS 7227, NS 7100, NS 7255, NA 8009, NS 8262, NS 8282 and the DM 7.8 i witness variety, presented early cycle, and the control variety Munasqa and the NA 8015 line were classified as intermediate. With regard to the height of the plant, lines NA 5909, NS 8262, NS 8282 and the local witness Munasqa presented medium size, and lines NS 7227, NS 7100, NS 7255, NA 8009, NA 8015 and the variety witness DM 7.8 i were tall. The lines under study Nidera presented better health and tolerance to the diseases Ring spot and Purple spot, compared to the control varieties. Regarding the grain yield between genotypes, the lines, NS 7227 and NS 8282 promoted an average production of more than 3000 kg / ha, surpassing the DM 7.8 i control varieties with 2914 kg / ha and Munasqa with 2372 kg / ha.

Keywords: soy lines, adaptation, genetic improvement

¹ Sometido en 05 /11/2019. Aceptado para publicación el 21/11/2019.

² Ingeniero Agrónomo. Santa Cruz, Bolivia - email: gilka_janninetalavera@gmail.com

³ Ingeniero Agrónomo, Msc. coautor estudio, Santa Cruz, Bolivia

INTRODUCCION

El cultivo soya (*Glycine max (L.) Merril*) suministra múltiples cualidades y usos, ya que posee un alto valor protéico en su semilla (35%), además de la producción de aceites, hidratos de carbono que son destinados a la alimentación humana, proporciona la torta que se utiliza en la alimentación del ganado y subproductos industriales. Así mismo, este cultivo es muy valioso si se efectúa en el marco de un cultivo de rotación estacional, ya que fija el nitrógeno atmosférico en los suelos degradados tras haberse practicado otros cultivos intensivos.

El mejoramiento genético de la soya no está basado solamente en la selección del material que mas rinde, sino también en la selección del material que más responde a determinadas zonas, a determinados suelos, o alguna característica agronómica que beneficie al productor y en si a la sociedad. (FUNDACRUZ, 2010). Este cultivo se torna masivo en América desde 1970, siendo los principales países en los que se cultiva: Estados Unidos, Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Bolivia. (Subirana, 2008)

En Bolivia, el cultivo de soya es el principal generador de fondos en la agricultura, ya que tiene cerca de un millón de hectáreas sembradas anualmente. (Anapo. 2009). En las últimas décadas el departamento de Santa Cruz se ha convertido en el generador de importantes flujos comerciales destinados a fortalecer el mercado interno, así como también la actividad agrícola, fundamentalmente la relacionada con el sector de las oleaginosas, donde el cultivo de soya juega un importante rol debido a que es un rubro netamente agroindustrial precursor del movimiento de grandes capitales, en grano de soya comercial así como también de sus derivados (aceites comestibles, tortas, harinas, alimentos balanceados para aves, porcinos y para ganado lechero).

En cuanto a la distribución de la superficie agrícola en el departamento de Santa Cruz, el cultivo de soya es el más importante con 1.003.690 has correspondiente al 52%, girasol con 215.430 ha (11%), maíz 142.000 ha (7%), caña 120.000 ha (7%), arroz 100.000 ha (5%), trigo 92.250 ha (5%), sorgo 92.000 ha (5%), sésamo 25.000 ha (1%), algodón 2.500 ha (0%), y otros 129.998 ha (7%). (CAO, 2009)

En la actualidad (2011), el cultivo de soya es considerado el rubro más importante de la región de Santa Cruz, ha experimentado una evolución de amplia magnitud gracias a las nuevas tecnologías aplicadas al manejo agronómico, siendo una de ellas el uso de variedades genéticamente modificadas.

Se ha tratado de buscar seguridad en la producción de este cultivo a través de la introducción de variedades plenamente adaptadas a nuestro medio, con capacidad de obtener

rendimientos elevados en las campañas donde las condiciones climáticas son favorables y rendimientos aceptables en las campañas donde las condiciones climáticas no son favorables o que den la posibilidad de obtener cosechas menos altas pero más constantes.

La interacción genotipo-ambiente se define como el comportamiento diferencial que exhiben los genotipos cuando se les someten a diferentes condiciones ambientales. El rendimiento y el desarrollo de la planta son resultados de la interacción que existe entre su constitución genética y los factores del medio; y que esta determina su naturaleza individual y al mismo tiempo la forma en que reacciona contra las influencias ambientales. (Guzmán, 1994 y Poehlman, 1987)

Los cambios tecnológicos modernos han permitidos en otros países reducir costos de producción y aumentar las utilidades. Con la liberación y la autorización gubernamental para la producción agrícola de soya transgénica en nuestro país, se han introducido variedades procedentes principalmente de Brasil y Argentina, las cuales han sido desarrolladas para condiciones propias del lugar de origen.

Al respecto, Boerger (1974) y Mariscal (1999), indican que una variedad a recomendarse en la producción comercial debe probarse adecuadamente en la región donde se va a expandir demostrando superioridad o por lo menos resultados similares a las variedades existentes, tanto en capacidad de adaptación como en calidad de grano, de ahí se debe efectuar ensayos compara

De igual manera se está trabajando en el desarrollo de adaptación de variedades que se adapten a las condiciones agroecológicas de nuestro departamento; por lo que es necesario contar con más y nuevas variedades con características agronómicas deseables, capacidad de adaptación y estabilidad a las diferentes zonas de producción y por sobre todo de buena productividad.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de los ensayos

Okinawa I (CAICO)

El primer ensayo se realizó en la localidad Okinawa I en la propiedad de CAICO, ubicada al noreste de Santa Cruz, geográficamente a 17° 13' 44" latitud sur y 62° 53' 30" longitud oeste a una altura de 252 msnm con precipitación promedio de 1100 a 1200 mm anuales y temperatura media de 24,6°C.

Pailón Sur (La Castaña)

El segundo ensayo se realizó en Pailón, en la propiedad La Castaña, que se encuentra ubicado en la zona

Este, con una precipitación promedio de 700 a 900 mm anual, ubicación geográfica 17° 77' 63" latitud sur y 63° 25' 65" longitud oeste, altura de 270 msnm con temperatura promedio de 24°C.

Colonia Pirai (Madre Selva)

El tercer ensayo se realizó en Colonia Pirai, en la propiedad Madre Selva situada a 200 km al norte de Santa Cruz, zona húmeda de 1700 a 1800 mm anuales situada a 16°28' latitud sur y 63°41' longitud oeste, a una altitud de 204 msnm y temperatura promedio de 24°C.

Cuatro Cañadas (Panamá)

El cuarto y último ensayo se estableció en Cuatro Cañadas, en la propiedad Panamá, ubicada en la zona Este, de ambiente seco, con precipitación promedio de 700 a 900 mm anuales cuya ubicación geográfica es de 17° 16' 25" de latitud sur y 62° 13' 47" longitud oeste, con altitud de 264 msnm y temperatura promedio de 24°C.

Análisis del suelo

El muestreo del suelo se realizó extrayendo muestras de 150-200 g, a 30 cm de profundidad del suelo en el lugar de estudio de cada localidad, para posteriormente ser llevadas al laboratorio del CIAT para el correspondiente análisis físico – químico.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por un área de 10,4 m², 5 metros de largo por 2,08 metros de ancho, con 4 surcos por parcela, y espaciamiento de 0.52 m entre surcos, con callejones entre parcela de 1,5 metro, el área total de la primer repetición fue de 5 m x 20,8 m (104 m²). Las cuatros reiteraciones 20,8 m de ancho x 24,5 m de largo (largo + callejones) da un área total de 509,6 m². Las 4 localidades dan un área total de 2038,4 m².

Material vegetal

En el ensayo se utilizó como material vegetal 8 líneas de soya introducidas por la empresa INTERAGRO en alianza con Nidera Semillas, por el programa mejoramiento genético de soya, para el programa de semilla, de procedencia Argentina, Brasil, además 2 variedades locales utilizadas como testigo comerciales. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Genealogía de 8 líneas introducidas de soya y 2 variedades testigos comerciales

GENOTIPOS	CRIADERO	ORIGEN
1. NS 7100	NIDERA	Brasil
2. NS 7227	NIDERA	Brasil
3. NA 7255	NIDERA	Brasil
4. NA 5909	NIDERA	Argentina
5. NA 8015	NIDERA	Brasil
6. NA 8009	NIDERA	Argentina
7. NS 8262	NIDERA	Argentina
8. NS 8282	NIDERA	Argentina
9. DM 7.8 i (Testigo local)	DOW AGROSCIENCE	Argentina
10. Munasqa (Testigo local)	LEALSEM	Argentina

Establecimiento del ensayo

Antecedentes de la parcela experimental

En la campaña anterior (invierno 2010) en las parcelas de soya, destinadas a implantar estos ensayos se sembraron los cultivos como sigue: en la zona de Okinawa I en la propiedad CAICO trigo, en Pailón en la propiedad La Castaña trigo, en Colonia Piray en la propiedad Madre Selva maíz, en Cuatro Cañadas en la propiedad Panamá soya, por lo que podemos observar que se tiene un manejo adecuado de rotación, apropiados para el buen desarrollo del cultivo de soya y los ensayos que se sembraron en el verano 2010/11.

Preparación del terreno

La preparación de suelo se realizó con anticipación a la fecha de siembra, la cual consistió en la desecación química con glifosato con dosis de 1,3 l/ha en cada una de las cuatro localidades para controlar malezas de soya ancha y gramíneas.

Siembra

La siembra se realizó bajo el sistema de siembra directa en forma manual en todas las localidades, la misma que se procedió realizando la apertura de los surcos con la ayuda de un monosurcador para luego proceder a depositar la semilla a chorro continuo. La población se adecuó aproximadamente a 250.000 – 300.000 plantas por hectárea.

Tratamiento de semilla

Previo a la siembra, la semilla de soya se preparó con el paquete de tratamiento recomendado por la empresa INTERAGRO, la cual consiste en aplicar los siguientes productos: (Acronix + Nitragin Optimize + Power 1 y Power 2 + Imidacloprit + Nutripack Premium) como podemos observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Productos utilizados para el tratamiento de semilla de soya

PRODUCTOS	CARACTERISTICAS	DOSIS
Acronix	Fungicida	240 ml/160kg de semilla
Nitragin Optimaze	Potenciador de crecimiento	480 ml/160kg de semilla
Power 1	Adherente	140,8 ml/160kg de semilla
Power 2	Adherente	140,8 ml/160kg de semilla
Imidacloprid	Insecticida	160 g/160 kg de semilla
Nutripack Premium	Fertilizante foliar	800 ml/160kg de semilla

Raleo

Esta labor se efectuó en cada localidad entre los 15 a 20 días después de la siembra, dejando alrededor de 14 a 16 plantas por metro lineal para obtener una población de 280.000 a 320.000 plantas/ha.

Control de malezas

El control de malezas se realizó en las cuatro localidades en pos-emergencia con la aplicación del herbicida Glifosato, en dosis de 2.5 l/ha a los 25 d.d.e. y eventualmente un repaso con carpidas manuales sectorizada cuando el cultivo o los ensayos requieran para un control efectivo de malezas.

Control de plagas insectiles

El control de insectos masticadores, minadores y chupadores se realizó con la aplicación de insecticidas específicos, tales como: Fastac + Pyrinex + Nomolt +Inmunit + Perfektion + Pilarón) se acompañó con el fertilizante Nutripack Premium a los 15 d.d.e., las dosis y fechas de aplicación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Control de plagas en las cuatro localidades en estudio

Nombre comercial	Nombre técnico	Plagas controladas	Dosis/ha	Fecha de aplicación
Fastac	Alfacypermetrina	<i>Anticarsia gemmatilis</i> <i>Pseudoplusia includens</i> <i>Nezara viridula</i> <i>Euchistus heros</i> <i>Piezodorus guildinii</i> <i>Heliothis sp.</i>	0,3 l	15 d.d.e.
Pyrinex	Clorpirifos	<i>Spodoptera sp.</i> <i>Anticarsia gemmatilis</i> <i>Anthonomus sp.</i> <i>Diabrotica sp.</i>	0,7 l	15 d.d.e.
Nomolt	Teflubenzuron	<i>Anticarsia gemmatilis</i> , <i>Spodoptera sp.</i> , <i>Omiodes indicata</i> Gusanos de Lepidópteros	0,22 l	25 d.d.e. 40 d.d.e.
Inmunit	Teflubenzuron + Alfacypermetrina	Orugas defoliadoras <i>Spodoptera eridiana</i>	0,25 l	60 d.d.e.
Perfektion	Dimetoato	<i>Nezara viridula</i> <i>Bemisia tabaci</i> Trips	0,5 l	60 d.d.e.
Pilarón	Metamidofos	<i>Nezara viridula</i> <i>Rachiplusia nu</i> <i>Maruca vitrata</i>	1 l	85 d.d.e.

d.d.e.= días después de la emergencia

Control de enfermedades

El control de enfermedades principalmente roya (*Pakospora pachyrhizi*) y EFC (enfermedades de final de ciclo) se realizó mediante la aplicación preventiva del fungicida Opera (*Piraclostrobin + Epoxiconazole*) a los 25, 45 y 65 d.d.e. dosis de 0,5 l/ha en cada una de las cuatro localidades, se acompañó con el fertilizante Multifeed a los 45 y 65 d.d.e..

Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los materiales en estudio presentaron madurez de cosecha tomando en cuenta los dos surcos centrales (5,2 m²) de cada parcela; dejando medio metro de bordura en ambos extremos por efecto de cabecera, las plantas cosechadas se dejaron secar durante 2 días para proceder con el trillado individual de las muestras.

Registro de datos

El registro de características agronómicas se realizó durante el desarrollo del cultivo, para la lectura de los datos fueron considerados los dos surcos centrales de cada parcela con excepción de los datos de floración, maduración, acame y enfermedades en las que se evaluaron de los cuatro surcos.

Los cuadros de calificaciones en las variables: días a floración, días a cosecha, altura de planta, altura de inserción primera vaina, número de vainas por planta, peso de 100 semillas, calidad del grano y rendimiento de grano fueron evaluados en base a los datos de Tejerina, 2006.

Días a floración

Los días a floración corresponden al número de días transcurridos desde la emergencia hasta que más del 50% de las plantas en las parcelas o variedades tengan una flor completamente abierta

Días a cosecha

Se registró los días a cosecha cuando la planta llegó a madures, a partir de la emergencia hasta que el 95 % las vainas mostraron madures de cosecha.

Maduración (Días)	Clasificación
< 115	Precoz
116 – 125	Intermedia
> 125	Tardía

Altura de planta

La altura de planta se tomó desde la base del cuello hasta el ápice de la planta expresada en centímetros, tomando en cuenta 5 plantas al azar por tratamiento al momento de la cosecha y este dato se calificó de acuerdo al siguiente criterio:

Altura de la planta (cm)	Calificación
<50	Baja
51 – 80	Mediana
>80	Alta

Altura de inserción de la primera vaina

Se tomaron muestras al azar y se registró la longitud desde la base del cuello de la planta hasta el punto de inserción de la primera vaina, expresada en centímetros, se calificó las líneas y variedades siguiendo la siguiente escala:

Altura de vaina (cm)	Calificación
< 10	Baja
10 – 14	Mediana
> 15	Alta

Porcentaje de acame

Este dato fue tomado al momento en que se inició la cosecha en una escala de 1 a 5, tomado como 1 una planta erecta y 5 como planta postrada, según escala:

- 1 = Plantas completamente erectas (0% de acame)
- 2 = Todas las plantas ligeramente inclinadas (10% de acame)
- 3 = Todas las plantas inclinadas hasta 45 grados (25 % de acame)
- 4 = Todas las plantas considerablemente inclinadas en un ángulo mayor a 45 grados (50 % de acame)
- 5 = Todas las plantas completamente tendidas (mayor a 50 % de acame)

Enfermedades

La enfermedad predominante en los materiales evaluados fué la macha anillada (*Corynespora cassicola*), en menor escala estuvieron presentes las enfermedades antracnosis (*Colletotrichum truncatum*) y roya (*Phakopsora pachirhizi*), sin causar un daño significativo al cultivo. Así mismo con la aplicación preventiva del fungicida Opera para la enfermedad roya en forma indirecta se controlaron otras enfermedades de fin de ciclo. En las evaluaciones de estas enfermedades mencionadas se evaluó la severidad de las mismas en niveles de porcentaje.

Se recolectaron muestras de las hojas en cada uno de los tratamientos, en la parte superior, media y baja de la planta en bolsas plásticas separadas con la identificación correspondiente, se llevó al laboratorio de la empresa INTERAGRO S.A. y se examinó con un microscopio las enfermedades presentes, una vez identificadas se registraron evaluando la severidad de las mismas en niveles de porcentaje según Anapo, 2011.

Mancha púrpura del grano

Se evaluaron todas las parcelas cosechadas de las líneas y variedades en estudio, los 4 bloques en las 4 localidades,

identificando los granos con mancha púrpura y dándole un valor según escala de acuerdo al porcentaje que presentaban, el cual se detalla a continuación:

Escala	% de enfermedad en el grano
1	0%
2	Hasta 15%
3	Hasta 30%
4	Hasta 50%
5	>50%

Fuente: CIAT, 2010

Número de vainas/planta

Se registró 5 plantas al azar de cada parcela y se realizó el conteo del número de vainas por planta, siguiendo la siguiente escala:

Vainas por planta	Clasificación
<50	Baja
51-75	Mediana
>75	Alta

Número de granos/vaina

De las 5 plantas tomadas al azar de cada parcela para registrar el número de vainas por planta se registró también el número de granos por vaina que tenía cada línea y variedad evaluada.

Peso de 100 granos

De cada muestra de granos por parcela en cada bloque de las 4 localidades se tomaron muestras de 100 granos al azar, el peso promedio de las mismas se registró en gramos y se ajustó al 13 % de humedad.

Peso de 100 granos (g)	Clasificación
< 13	Pequeño
13 – 15	Mediano
>15	Alta

Determinación de la humedad del grano

La humedad del grano para cada línea y variedad de soya evaluada, en cada bloque de las 4 localidades se determinó con ayuda de un humidímetro electrónico marca Tesma campo.

Calidad del grano

Se calificó visualmente la calidad de grano considerando las siguientes características: grado de arrugamiento, rajaduras en la cáscara, color verdusco, pudrición y

otros daños perceptibles durante la evaluación, registrándose de acuerdo a la siguiente escala:

Calificación del grano	Puntuación
Muy bueno	1
Bueno	2
Regular	3
Malo	4

Rendimiento del grano

El rendimiento fue tomado de los dos surcos centrales por cada tratamiento, dejando como cabecera 0,5 m de bordura en cada extremo lo que represento un área útil de 5,2 m². Después de que las muestras cosechadas fueron trilladas y limpiadas se determinó el peso por parcela ajustado al 13% de humedad para luego representar el rendimiento en kilogramos por hectárea

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a través del programa GENSTAT. Los datos obtenidos en las características agronómicas en cada uno de los tratamientos fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA), después se realizó el análisis combinado y por último el análisis de estabilidad, de acuerdo con el modelo matemático de bloques al azar con cuatro reiteraciones inicialmente por localidad y finalmente el análisis combinado incluidos los factores campaña, localidad y variedad. Posteriormente, los factores y/o interacciones que presentaron diferencia estadística significativa, fueron sometidas a las comparaciones de sus medias mediante el comparador de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un margen de error del 5%.

Para el análisis de varianza por ambiente, análisis combinado y análisis de estabilidad se tomaron en cuenta las variables cuantitativas como ser: días a floración, días a cosecha, altura de planta, altura de inserción de vaina, vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 granos y rendimiento. Las variables cualitativas: acame, enfermedades, mancha púrpura en grano y calidad del grano no fueron sometidas a la tabla de andeva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precipitación pluvial

En la campaña Verano 2010/11, la precipitación registrada en las cuatro localidades fue irregular. En la localidad de Okinawa I, la precipitación total fue de 653 mm, y en Pailón alcanzó los 459 mm, en Colonia Pirai fue de 951 mm y en Cuatro Cañadas fue de 483 mm. En las localidades de Pailón y Cuatro Cañadas, la precipitación ocurrida estuvo algo por debajo de los requerimientos para una óptima performance del cultivo de la soya (500 a 600 mm).

En la localidad Colonia Pirai, fue donde se registró la mayor precipitación durante el ciclo del cultivo (951 mm), cerca

del 90 % del total de la lluvia ocurrió en los tres primeros meses, disminuyendo significativamente en la etapa del llenado de grano y maduración. Este es el período más crítico para el cultivo de soya, porque se produce un cambio en la distribución de los asimilados y el sistema radicular ya alcanzó su máxima profundización según Toledo (2009).

En la localidad de Pailón se registró la menor precipitación (459 mm), siendo el comportamiento de las lluvias muy similar al observado en las otras localidades; en los primeros tres meses ocurrió un 85 % del total observado. En Okinawa I y Cuatro Cañadas, en este periodo de los primeros tres meses fue registrado 83 y 89 % de las lluvias, respectivamente, como se puede observar en la Figura 1. Por su parte, Parada (2005), indica que la soya se desarrolla con una precipitación de 500 a 600 mm, enfatizando que las mismas deben ser bien distribuidas durante todo el ciclo del cultivo.

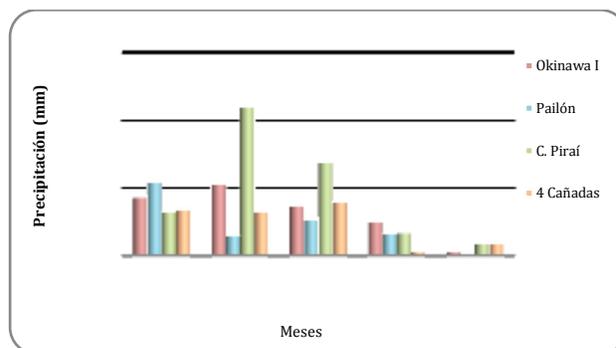


Figura 1. Precipitación pluvial (mm) ocurrida durante el ensayo

Al respecto EMBRAPA (1998), afirma que para la atención de un máximo rendimiento, la necesidad de agua en el cultivo de soya durante todo su ciclo varía entre 450 y 800mm, dependiendo de las condiciones climáticas, el manejo y al cultivo y la duración de su ciclo. Por lo que durante el ciclo la cantidad de agua acumulada en el ensayo está dentro de las exigencias del cultivo para cada una de las localidades en estudio.

Por otro lado, Roman (2000), describe que las bajas temperaturas disminuyen el número de primordios reproductivos y su tasa de desarrollo, estimulando el crecimiento vegetativo. La deficiencia de nutrientes, la humedad y las demás condiciones de estrés, en general, alargan la duración de las etapas vegetativas y acortan la duración de las etapas reproductivas.

Características físico químicas de los suelos en estudio

La textura del suelo fue franco limosa en el área de estudio de Cuatro Cañadas y Okinawa I, mientras que en Pailón

la textura fue franca y en Colonia Pirai fue limosa. El cultivo de soya se desarrolla en un amplio rango de texturas, siempre que ocurra una adecuada disponibilidad de nutrientes y agua.

En las localidades de Okinawa, Pailón y Pirai, los valores de pH del suelo se sitúan dentro del rango óptimo para el cultivo de la soya (6,9; 6,6 y 6,8 respectivamente), mientras que en Cuatro Cañadas el pH es moderadamente alcalino. En esta última localidad podría haberse presentado alguna deficiencia de micronutrientes como el Fe, Cu y Zn.

El contenido de Ca²⁺ y Mg²⁺ es alto en las cuatro localidades, mientras que el K⁺ se presenta alto en Cuatro Cañadas y Pailón, medio en Okinawa y bajo en Colonia Pirai. El P asimilable se encuentra en niveles bajos en los suelos de Okinawa y Pirai, mientras que en Cuatro Cañadas y Pailón fue de contenido alto. La materia orgánica se presenta en niveles medios en Cuatro Cañadas, Okinawa I y Pailón, mientras que los suelos en Colonia Pirai el contenido de materia orgánica es bajo. El nitrógeno total del suelo se presenta en un nivel medio en el suelo de Cuatro Cañadas, es bajo en Okinawa y Pailón y muy bajo en los suelos de Pirai.

En términos generales, de acuerdo a las características de los suelos donde se realizaron los ensayos, no se mostraron severas limitaciones para el desarrollo y producción de grano de soya en las localidades Cuatro Cañadas, Okinawa y Pailón. En la localidad Colonia Pirai, los bajos niveles de nutrientes podrían limitar la expresión del potencial de rendimiento de las variedades de soya. Sin embargo, la diversidad de condiciones edáficas permite evaluar con mayor rigidez y confiabilidad el comportamiento de los materiales genéticos. Al respecto CIAT (1988), menciona que el cultivo de soya requiere suelos no compactados, suelos sin limitaciones de nutrientes y con textura que varía de mediana a ligeramente pesada (franca arenosa, franco limoso, franco arcilloso, arenoso y franco arcillo limoso).

Características agronómicas y rendimiento

Días a floración

Los datos de días a floración, en el análisis de varianza en las cuatro localidades en estudio se muestran en el Cuadro 6. En la localidad de Okinawa el promedio general fue de 41 días, con un rango que varía de 37 a 47 días a la floración. La línea NA 8015 (47 días), resultó estadísticamente superior a las líneas NA 5909 (37 días), DM 7,8 i (39 días), NS 7227, NA 7255, NA 8009 y NS 8282 (40 días), NS 7100 y NA 8262 (42 días) y Munasqa (44 días), como se puede observar en el Cuadro 6.

En la localidad de Pailón, el promedio general de esta variable fue de 41 días; el valor más bajo fue de 36 días y el más alto de 47 días. En esta localidad, la línea NA 8015 fue

estadísticamente superior al resto de los materiales utilizados y la línea NA 5909 similar a la testigo DM 7.8 i, los cuales requirieron menos días para alcanzar la floración.

En la localidad Pirai, el promedio general fue de 42 días y el rango de variación de 38 a 47 días. La línea NA 5909 fue la que requirió menos días para alcanzar la floración, en cambio, la línea NA 8015 tardó más días en florecer y fue superior estadísticamente frente a los demás materiales en estudio. Las variedades testigos Munasqa y DM 7,8 i alcanzaron la floración a los 44 y 40 días respectivamente.

En la localidad Cuatro Cañadas, el promedio general fue de 43 días, el rango de variación de los valores promedios fue de 39 (NA 5909) a 49 días (NA 8015). En esta localidad se verificó una tendencia similar a la observada en las otras tres localidades, siendo la línea NA 8015 superior estadísticamente al resto de las líneas evaluadas.

La cantidad de días necesarios en la campaña de verano para alcanzar la floración en las líneas NA 5909 fue de 38 días, NA 7227 y la testigo DM 7.8 i fue de 40 días, las líneas NS 7100, NA 7255 y NA 8009 fue de 41, NS 8262 (42 días), NS 8282 (43 días), Munasqa (44 días), lo que nos permite indicar que son variedades precoces y que la línea NA 8015 es de ciclo intermedio.

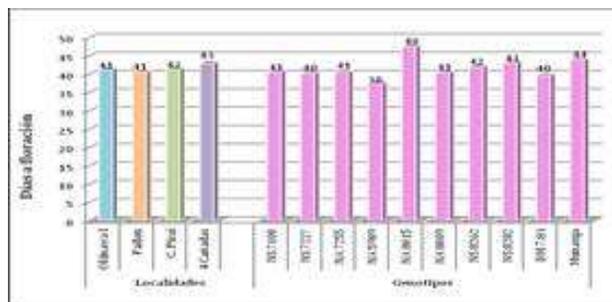


Figura 2. Promedio de la variable días a floración en el ensayo:

El análisis de varianza combinado para el variable días a floración muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas cuando se compara entre variedades, líneas y la interacción localidad por líneas. (Cuadro 6)

Cuando se compara entre localidades, se observa que en la localidad Cuatro Cañadas obtuvo el mayor número de días a la floración (43 días), en Colonia Pirai (42 días) y en la localidad de Okinawa I y Pailón se requirieron menos días para florecer (41 días). Cuando se analizan las líneas, se observa que la línea NA 5909 alcanzó la floración a los 38 días, llegando a florecer en menos días, lo que nos demuestra que estos se sitúan dentro de las líneas de ciclo precoz, la que mayor número de días requirió

cuales alcanzaron la madurez de cosecha a los 111, 107, 109, 109, 108, 107, 107, 107 días respectivamente son clasificadas como precoces.

Al respecto *Amaro et al (1992)*, señala que a la medida que aumenta la latitud como desplazándonos hacia el sur (en el hemisferio sur) comienza a manifestarse la distinta sensibilidad foto periódica de los grupos de maduración y se diferencian los ciclos de las variedades de distintos grupos. Esto quiere decir que en el norte de área sojera una variedad adaptada puede ser utilizada en una granja relativamente ancha con poca variación del ciclo, mientras que en sur el ancho de la franja de adaptación de una variedad será menor, alargado su ciclo.

Por otro lado, *Toledo (2009)*, afirma que la maduración completa se da en el estadio R 8, donde el 95 % de las vainas de la planta han alcanzado el color de madurez, luego de esta etapa, se necesitan de cinco a diez días de tiempo seco (baja humedad relativa ambiente), para que las semillas reduzcan su humedad por debajo del 15 %.

ALTURA DE PLANTA (CM)

La altura de planta y el análisis de varianza en las cuatro localidades se muestran en el Cuadro 8. El promedio general observado en Okinawa fue de 81,5 cm y el rango de variación de 57,3 a 124 cm, con diferencias estadísticamente significativas, sobresale la línea NA 8015 con 124 cm, superior al valor observado en la variedad Munasqa (64,5 cm) y DM 7.8 i (82,3 cm).

En Pailón, el promedio general fue de 87,2 cm, el valor más alto fue 117,5 cm y el más bajo de 65,5 cm. La altura de planta de la línea NA 8015 (117,5 cm) resultó ser estadísticamente superior a la observada en la variedad Munasqa (73 cm) y las demás líneas en estudio.

En Colonia Pirai, la altura de planta promedio fue de 63,2 cm; variando en un rango de 47 a 89,8 cm. La línea NA 8015 reportó la mayor altura de planta (89,8 cm), mientras que las variedades testigos reportaron 64,3 cm (DM 7,8 i) y 53,3 cm (Munasqa).

En Cuatro Cañadas, las líneas NA 8015, NA 8009, NS 7227, NS 7100, NA 7255, y la testigo DM 7,8 i alcanzaron mayor altura de planta con valores de 125,8, 109,8 109, 107,5 107,1 y 105,6 cm respectivamente, fueron superiores estadísticamente a NS 8262, NS 8282, NA 5909 y Munasqa.

El análisis de varianza por cada localidad muestra diferencias estadísticamente significativas para líneas y variedades en las cuatro localidades. La altura de planta en las líneas NS 8262 (59,5 cm), NS 8282 (67,9 cm), NA 5909 (70,7 cm) fueron similares a la testigo Munasqa (67,3 cm), catalogándose como de porte mediano, y la variedad testigo DM 7.8 i (85,3 cm), junto con las líneas NS 7100 (86,9 cm), NS 7227 (88,2 cm), NA7255 (92,7 cm), NA 8015 (114,3 cm) y NA 8009 (91,8 cm), mostraron ser de porte alto.

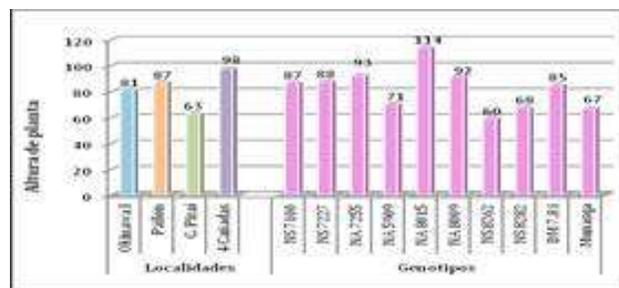


Figura 4. Promedio de la variable altura de planta en el ensayo

Para la variable altura de planta, el análisis de varianza combinado refleja que hubo diferencia altamente significativa entre ambientes, líneas e interacción líneas por ambiente. En Cuatro Cañadas se registró la mayor altura de planta con 98 cm, en Pailón alcanzó a 87,2 cm de altura de planta, debido a que estas localidades contaron con suelos con alto contenido de materia orgánica y otros micronutrientes, lo cual facilitó que las plantas logren desarrollarse más activamente, Okinawa I alcanzó una altura de 81,5 cm y por último en Colonia Pirai fue donde se obtuvo la menor altura de planta con 63,2 cm. (Cuadro 8)

Cuando se compara entre genotipos, se observa que la altura más baja lo registraron las líneas: NS 8262 (60 cm), NS 8282 (67,9 cm), NA 5909 (70,7 cm) y la variedad testigo Munasqa (67,3 cm) clasificándose como de porte medianas, y las que mayor altura presentaron fueron las líneas NA 8015 (114,3 cm), NA 7255 (92,7 cm), NA 8009 (91,8 cm), NS 7227 (88,2 cm), NS 7100 (86,9 cm), y la variedad testigo DM 7.8 i (85,3 cm) clasificándose como plantas altas.

La altura de la planta a menudo alcanza tan solo la mitad cuando el genotipo es sembrado en ambientes inadecuados, esta respuesta es debida principalmente a la floración temprana, las vainas más bajas se forman muy cerca de la superficie del suelo y como consecuencia aumenta la dificultad para la cosecha. (*Hicks, 1983*)

Según Bastidas y Agudelo (1994), indican que la altura de la planta de soja está determinada por el número de nudos y entrenudos. El número de nudos y entrenudos depende de la genética, de la reacción del genotipo al fotoperiodo, al clima, suelos y de que el tipo de crecimiento sea determinado o indeterminado.

Al respecto Delgado (1974), citado por Rojas (1995), señala que la altura de la planta se incrementa de lo normal influenciado por alta densidad de población de planta, que causa una serie de desventajas en la producción.

La altura de la planta registrada para cada cultivar varía con las condiciones ambientales, principalmente con la disponibilidad hídrica, es decir, mejores condiciones implican más altas campanas de crecimiento. (Baigorri, 1995)

Altura de inserción de vaina (cm)

La altura de inserción de la primera vaina en el análisis de varianza en las cuatro localidades en estudio se muestra en el Cuadro 9. La altura de inserción de la primera vaina está asociada con la altura de planta y es de primordial importancia para la mecanización de la cosecha ya que si la inserción de la primera vaina es muy baja, la cosechadora no la recolecta y se pierde gran cantidad de grano.

En Okinawa el promedio fue de 13,6 cm, el valor más alto correspondió a la línea NA 8015 (21,3 cm) y el más bajo a la línea NS 7227 (11 cm), las variedades testigo alcanzaron 13,5 y 12,1 cm, para Munasqa y DM 7,8 i, respectivamente. En Pailón los materiales fueron similares estadísticamente, se obtuvieron alturas bajas que variaron de 8,1 (NS 8262) a 9,8 cm (NA 8015), las variedades testigos Munasqa y DM 7,8i alcanzaron los 8,2 y 8,4 cm de altura de inserción de la primera vaina. En la localidad de Colonia Pirai y Cuatro Cañadas, la línea NA 8015 fue superior y diferente estadísticamente a los restantes materiales.

En relación a la altura de la inserción de la primera vaina, todas las líneas Nidera son de porte medio, a excepción de la NA 8015 con 17,7 cm de altura siendo de porte alto. Entre las variedades testigos Munasqa y DM 7.8 i comparados con las líneas no hubo mucha diferencia. Analizando los promedios entre las localidades, se evidencia que las localidades de Okinawa, Colonia Pirai y Cuatro Cañadas, obtuvieron las mayores alturas de inserción con 13,6, 13,8 y 12,2 cm respectivamente, en Pailón se registró la menor altura de inserción.

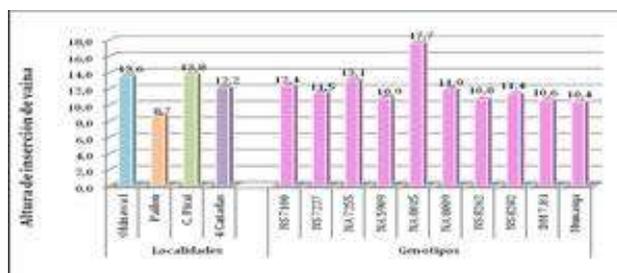


Figura 5. Promedio de la variable altura de inserción de vaina en el ensayo:

Para la variable altura de inserción de vaina, el análisis de varianza combinado refleja que hubo diferencia altamente significativa para ambientes, líneas e interacción líneas por ambientes. En Colonia Pirai y Okinawa 1 se registró la mayor altura de primera inserción con 13,8 cm, y 13,6 cm respectivamente; le sigue Cuatro Cañadas con 12,2 cm, y Pailón fue la localidad que registró la menor altura de inserción de vaina con 8,7cm. (Cuadro 9)

Cuando se compara entre líneas, se observa que la altura más baja lo registraron las variedades testigo Munasqa y DM 7.8 i (10,4 y 10,6), le siguen las líneas: NS 8262 (10,8 cm) y NA 5909 (10,9 cm), NS 8282 (11,4 cm) NS 7227 (11,5 cm), NA 8009 (11,9 cm), NS 7100 (12,4 cm), NA 7255 (13,1 cm), clasificándose todas estas como de porte mediano, siendo la única de porte alto la línea NA 8015 que además presentó la mayor altura de inserción con 17,7 cm, lo que representa una ventaja en la cosecha.

Al respecto Amaro et al (1992), sostiene que el cultivo de soja concentra el mayor número de vainas en la parte inferior. El problema de las vainas radica en que si no se cuenta con terrenos perfectamente nivelados, en las pendientes pueden quedar sin cortar, pudiendo ocurrir el 30 a 40% de las vainas estén por debajo de los 10 a 15cm, inferiores del tallo. El problema de las vainas ubicadas en la base del tallo se presenta especialmente en siembras tardías, en lotes con ataque intenso de barrenador o con variedades de ciclo corto.

Por su parte, López (1995), afirma que la característica de altura de la primera vaina está influenciada por características ambientales propias de cada zona, como también pueden ser características de gran variedad. La edad de la planta, en la que se produce la transformación de los meristemas, determinará el tamaño final de la misma, el número de nudos, la altura, y por lo tanto, su potencial de rendimiento. (Roman, 2000)

Acame

En Okinawa en relación al porcentaje de acame registraron mayor porcentaje la variedad testigo DM 7.8 i con 1,9, y las líneas NA 8009 con 1,3 y NA 8015 con 2,0; las líneas NS 7227, NA 7255, NS 8262 presentaron un valor mínimo de 0,3; y la línea NA 5909 y la variedad testigo Munasqa no presentaron acame.

En la localidad de Pailón los valores más alto se presentaron en las líneas NA 8015, NA 8009 y en la variedad testigo DM7.8 i, con valores de 1,8; 1,4 y 1,1 respectivamente. Las demás líneas presentaron valores bajos que variaron de 0,3 a 0,9.

En la localidad de Colonia Pirá el porcentaje de acame fue un poco significativo, únicamente se presentó en la línea NA 8015 que registró un valor mínimo de 0,3.

En Cuatro Cañadas se evidenció que tres de las líneas presentaron acame con un valor mínimo de 0,3 (NS 7100, NA 5909 y NS 8282), las líneas NA 7255, NA 8009 y NA 8015 reportaron valores de 1,1, 1,3 y 2,1 respectivamente, mientras que las variedades testigos Munasqa y DM 7,8i alcanzaron un valor de acame de 0,9 y 1,5.

Las cuatro localidades registraron algún grado de acame. Los promedios por localidad variaron en un rango de 0 a 0,8. De manera general se observa que solo en Cuatro Cañadas el acame fue mayor que en las restantes localidades, sin embargo los valores registrados no son elevados como para ocasionar reducción en el rendimiento, toda vez que las plantas se presentaron como ligeramente inclinadas.

En relación a los genotipos, la línea NA 8015 presentó el valor más alto de acame (1,6), seguido de la testigo DM 7.8 i (1,1), y la línea NA 8009 (1). Sin embargo, los valores reportados no afectan negativamente al cultivo; las demás líneas no presentan problemas de acame. (Cuadro 10)

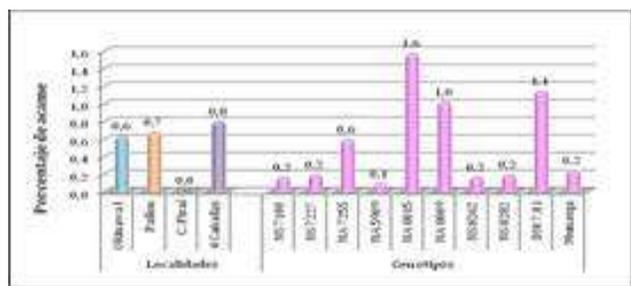


Figura 6. Porcentaje de acame en el ensayo:

La línea NA 8015 que presentó el mayor porcentaje de acame también presentó la mayor altura de planta, esto quiere decir que mientras más alta sea la planta más susceptible es a acamarse, similar comportamiento tuvieron también la línea NA 7255 y la variedad testigo DM 7.8 i que al ser de plantas de porte alto registraron también los valores más altos en acame, sin embargo, el valor más alto de acame registrado no afectó negativamente al cultivo, clasificándose como plantas ligeramente inclinadas.

Al respecto *García (1992)*, afirma que el acame de las plantas, depende de la variedad y que puede ser severo bajo determinadas condiciones como ser aquellos que permiten el cultivo un rápido crecimiento (buenas condiciones de fertilidad y disponibilidad hídrica).

Por su parte, *Sediyama et al (1993)*, señalan que muchas veces, el acame de la planta puede ser inicio de una mala adaptación del cultivo en una determinada localidad. Por ejemplo, la variedad IAC-2 presenta buen comportamiento en suelos de baja fertilidad, pero en suelos de alta fertilidad de la región central de Brasil, en la mayoría de las veces presenta 100% de plantas acamadas.

La resistencia al acame es una característica genética de las variedades, sin embargo, existen ciertas condiciones que pueden ocasionar que esta característica se vea más acentuada en variedades susceptibles, como ser: alta densidad de plantas, distancia reducida de surcos, alta disponibilidad de nitrógeno, lluvias y vientos intensos. (*Toledo, 2009*)

La tendencia de cultivar soja en surcos estrechos hace que las plantas crezcan más altas y que sean más susceptibles a que se acamen o vuelquen (es decir que las aplaste el viento y la lluvia). Las variedades de ciclo determinado son plantas más cortas y resistentes al acame. (*Formento et al., 2005*)

Enfermedades

Mancha anillada (*Corynespora cassicola*)

La localidad de Okinawa registró un promedio de severidad de 13,7 %, en esta localidad el mayor porcentaje se observó en la variedad testigo Munasqa con 22,5 %, comparado con las líneas Nidera que presentaron porcentajes que variaron de 6 % (NA 8015) a 18,8 % (NA 5909).

En Pailón, el grado de severidad de la mancha anillada fue el más alto en relación a las otras localidades, entre genotipos, la variedad testigo DM 7,8 i alcanzó el valor más alto de 49,5 %, similar estuvo la línea NA 7255 con 46 % y el valor

más bajo lo registró la línea NA 8009 con 18,3 % de severidad en mancha anillada.

El porcentaje promedio en la localidad Colonia Pirai fue de 24,3 % de severidad, la variedad testigo Munasqa fue la más afectada con 42,5 %, mientras que las líneas Nidera se mostraron menos susceptibles con valores que oscilaron de 15 % a 28,5%.

En Cuatro Cañadas, el porcentaje promedio de severidad de mancha anillada fue de 14,9 %, la variedad testigo Munasqa registró el valor más alto con 26 %, y el segundo mayor valor correspondió a la otra variedad testigo DM 7,8 i con 16,5 %. Mientras que las líneas Nidera fueron afectadas en menor grado con valores que oscilaron entre 10 % (NS 8282) a 16,3 % (NA 7255). De manera general, se observa que las ocho líneas en estudio mostraron porcentajes menores de severidad en la enfermedad mancha anillada en relación a las variedades testigo DM 7,8 i y Munasqa. (Cuadro 11)

Al respecto, Toledo (2009), indica que las enfermedades del cultivo de soja pueden constituirse en importantes factores limitantes de producción; dentro de la diversidad de enfermedades que afectan a la soja se destacan las denominadas enfermedades de fin de ciclo (EFC) que aumentan su intensidad después del estadio de desarrollo R 3 – 4 y que pueden causar pérdidas de rendimiento del 8 – 10 %.

Por su parte, Carmona et al. (2004), opina que las principales estrategias para el control de todas estas enfermedades en soja incluyen el uso de cultivares tolerantes, tratamiento de semillas, aplicación foliar de fungicidas y el uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, densidad de plantas, etc.).

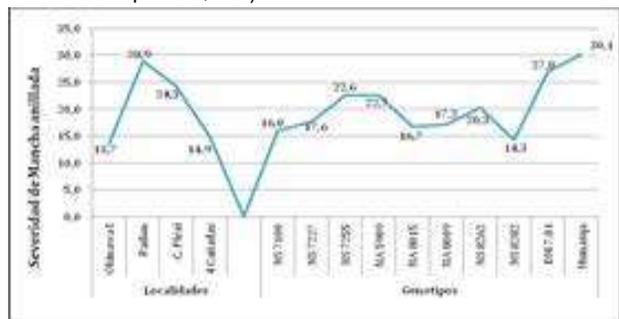


Figura 7. Valores de severidad de la mancha anillada en el ensayo

Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*)

Esta enfermedad afectó de manera general en más de 15 % (calificación 1, que corresponde al 15 % de severidad) a los genotipos en estudio. Las calificaciones registradas variaron en un rango de calificación de 1 a 1,7 estos valores corresponden a un porcentaje de 0 hasta 15 % de plantas enfermas. Las localidades presentaron promedios generales de escala de 1,2 (8

%) en Okinawa, Pailón y Cuatro Cañadas con 1,3 (9 %), y Colonia Pirai con 1,4 (10 %) (Cuadro 12)

En Okinawa, las líneas NA 7255 y NS 8282 fueron las menos afectadas, la línea NA 8015 con 1,4 registró la severidad más alta, los demás genotipos presentaron calificaciones que variaron de 1,1 (NS 7227 y NA 8009) a 1,3 (Munasqa, NS 7100 y NA 5909).

En Pailón la presencia de la enfermedad en los genotipos evaluados fue muy similar, la menor severidad correspondió a la línea NS 8282 con 1, y las demás genotipos estuvieron en un rango de calificación que fue de 1,2 a 1,4 que presentó la variedad testigo DM 7,8 i. En Colonia Pirai, la variedad testigo Munasqa con 1,7 presentó el mayor porcentaje. De manera general las líneas restantes tuvieron un porcentaje similar que varió de 1,3 a 1,5.

La mancha en el grano en la localidad de Cuatro Cañadas tuvo como promedio 1,3, la línea NA 8009 (1,5) fue la más afectada, seguida de la variedad testigo Munasqa y las líneas NS 7100 y NS 7227 con 1,4.

Al respecto, FUNDACRUZ (2003), señala que para el desarrollo de esta enfermedad requiere temperaturas elevadas de 28° a 30 °C, alta humedad, variedades susceptibles y un periodo del follaje mojado de 24 a 48 horas. Por su parte, Formento et al. (2005), indica que la enfermedad *Cercospora kikuchii* presenta los síntomas más visibles en estados reproductivos, sin embargo la enfermedad se puede iniciar desde la emergencia, su ubicación es principalmente en el haz de la hoja y su posición en la planta está en el tercio superior.

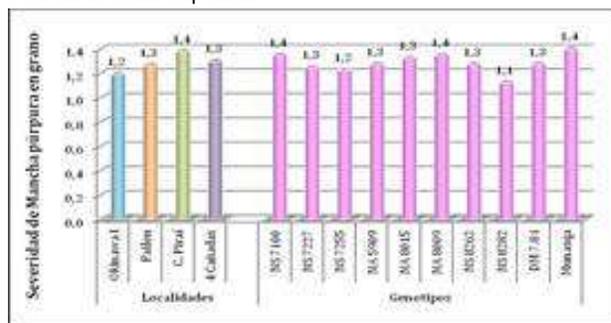


Figura 8. Valores de severidad de mancha púrpura en el grano en el ensayo:

NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El número de vainas por planta en el análisis de varianza en las cuatro localidades en estudio se muestran en el Cuadro 13. En la localidad de Okinawa, el promedio general fue de 52 vainas por planta, el rango de variación fue de 83 a 35 vainas por planta. En esta localidad, sobresale la línea NS 8282 con un valor promedio de 83 vainas por planta que es estadísticamente superior a las variedades testigo Munasqa y DM 7,8 i con un promedio de 50 y 41 vainas por planta

respectivamente.

El promedio general observado en la localidad de Pailón fue de 79 vainas por planta, el valor más alto observado fue de 112 y el más bajo de 59 vainas por planta. En esta variable, destacan las líneas NA 8009 y NA 8015 con un promedio de 112 y 110 vainas por planta respectivamente. Ambas líneas fueron estadísticamente superiores a las variedades testigos Munasqa (79 vainas por planta) y DM 7,8 i (59 vainas por planta).

En Colonia Pirai, el promedio fue de 32 vainas por planta con valores entre 24 y 39. La variedad testigo Munasqa con 39 vainas por planta fue la que obtuvo la mayor cantidad de vainas. En Cuatro Cañadas, la cantidad promedio de vainas fue de 46 vainas por planta, la línea NS 8282 (63 vainas) obtuvo la mayor cantidad de vainas por planta.

El promedio de vainas por planta en las líneas Nidera tuvo muy buenos resultados debido a las condiciones climáticas que caracterizaron la campaña de verano. La línea que registró mayor número de vainas fue NS 8282 con 66 vainas por planta, la cual superó notablemente a las variedades testigos DM 7.8 i y Munasqa que registraron 44 y 54 vainas por planta respectivamente, similar a la línea NS 8282 están las líneas NA 8015 (63 vainas por planta) y NA 8009 (62 vainas por planta).

La producción de vainas por planta en la soya está influenciada por factores como la variedad, tipo de suelo, fertilización y condiciones ambientales. Cuando se presenta una sequía o exceso de lluvia, se produce un estrés en el desarrollo de la planta lo cual influye significativamente en el desarrollo y calidad de la vaina. (Schuch, 2002)

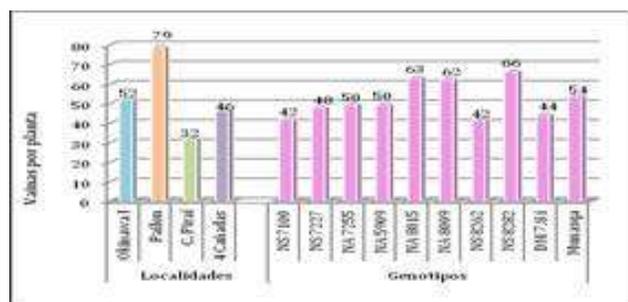


Figura 9. Promedio de la variable vainas por planta en el ensayo:

El análisis de varianza combinado refleja que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades y la interacción líneas por localidades. (Cuadro 13). Cuando se compara entre ambientes, en la localidad de

Pailón se registró la mayor cantidad de vainas por planta (79 vainas por planta), seguida por la localidad Okinawa I con 52 vainas por planta, Cuatro Cañadas con 46 vainas por planta y donde se registró la menor cantidad de vainas por planta fue en la localidad de Colonia Pirai (32 vainas por planta).

Estos valores nos demuestran que en Cuatro Cañadas pese a que las plantas lograron tener mayor altura de planta, en vainas por plantas no lograron retener la mayor cantidad de vainas, esto ocurre con las leguminosas cuando el suelo tiene buena fertilidad, las condiciones de agua y temperatura son adecuadas, en estas condiciones siempre se tiene menor cantidad en las variables que definen el rendimiento. (Roman, 2000)

Cuando se analiza la diferencia entre genotipos se observa que las diferencias son altamente significativas, la mayor cantidad de vainas por planta presentaron las líneas: NS 8282 (66 vainas por planta), NA 8015 (63 vainas por planta), NA 8009 (62 vainas por planta), las cuales fueron estadísticamente superiores a las variedades testigos DM 7.8 i y Munasqa que solo presentaron 44 y 54 vainas por planta, respectivamente.

Al respecto, Verneti (1983), indica que el número de flores por racimo varía de 20 en una sola inflorescencia y superior a 400 vainas por planta. El número de vainas por planta disminuye con el aumento de la población, lo que confirma una correlación negativa. Por otro lado, Toledo (2009), afirma que las temperaturas óptimas diurnas para fotosíntesis están comprendidas entre 30 y 35°C, y la fijación de vainas es retrasada con temperaturas menores a 22°C, y cesa con temperaturas menores a 14°C.

Número de granos por vaina

La cantidad de granos por vaina en el análisis de varianza en las cuatro localidades se muestra en el Cuadro 14. El promedio general observado en la localidad de Okinawa fue de 2,1 granos por vaina. El rango de variación se situó entre 2,3 y 2,0 granos por vaina. En esta localidad los genotipos son estadísticamente similares.

En el ensayo establecido en Pailón, el promedio general fue de 2,4 granos por vaina. El valor más alto fue de 2,8 y el más bajo de 2,0 granos por vaina. La variedad testigo DM 7,8 i reportó la mayor cantidad de granos (2,8) y no difiere estadísticamente de NS 7100 y NA 7255 que alcanzaron un promedio de 2,6 granos por vaina, la variedad testigo

Munasqa fue la que presentó el menor promedio con 2,0 granos por vaina.

En la localidad Colonia Piraí, el promedio general de granos por vaina fue de 2,2 y el rango de variación de 2,1 a 2,6 granos por vaina. En esta localidad hubo diferencias estadísticas entre los genotipos, la línea NA 8009 con 2,6 granos por vaina fue estadísticamente superior a las variedades testigos DM 7,8 (2,2 granos por vaina) y Munasqa (2,3 granos por vaina).

En la localidad de Cuatro Cañadas, el promedio general fue de 2,2 granos por vaina, el valor más alto fue de 2,6 en la línea NA 7255 y el más bajo fue de 1,9 granos por vaina en la variedad testigo Munasqa.

El análisis de varianza por cada localidad muestra diferencias estadísticas significativas para los genotipos en las localidades de Pailón, Colonia Piraí y Cuatro Cañadas. En cuanto a la cantidad de granos por vaina, se verificó valores superiores en el promedio de las líneas Nidera, siendo la línea NA 7255 la que registró el número más alto de granos por vaina con 2,4 comparado con la variedad testigo Munasqa con solo 2,1 granos por vaina.

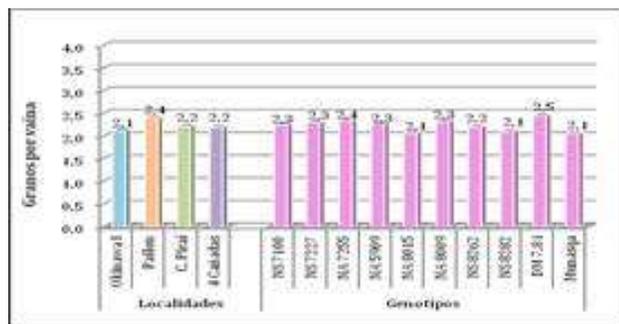


Figura 10. Promedio de la variable granos por vaina en el ensayo:

Para la variable granos por vaina, el análisis combinado expresa que no hubo diferencias estadísticas significativas para genotipos, localidades y la interacción genotipos por ambiente. (Cuadro 14)

Cuando se estudia los ambientes se observa que en la localidad de Pailón se registró la mayor cantidad de granos por vainas (2,4 granos por vaina), seguida por la localidad de Colonia Piraí y Cuatro Cañadas con 2,2 granos por vaina y la menor cantidad de granos se registró en Okinawa I con 2,1 granos por vaina, la comparación entre genotipos en el análisis de varianza combinado muestra que no hubo diferencias significativas, los materiales que registraron mayor

cantidad de granos por vaina fueron la variedad DM 7.8 i (2,5 granos por vaina), y la línea NA 7255 (2,4 granos por vaina), siendo la variedad testigo Munasqa con 2,1 la que obtuvo el menor número de granos por vaina.

PESO DE 100 GRANOS (G)

EL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE 100 GRANOS EN LAS CUATRO LOCALIDADES EN ESTUDIO SE MUESTRA EN EL CUADRO 15. EL PESO DE 100 GRANOS REGISTRADO EN LA LOCALIDAD DE OKINAWA VARIÓ EN UN RANGO DE 13 G (NS 7255) A 16,5 G (NS 7100). LAS LÍNEAS NS 7100 (16,5 G) Y NA 8015 (16,2 G) LOGRARON LOS MAYORES PESO DE GRANO Y FUERON SUPERIORES A LOS PESOS DE LAS VARIEDADES TESTIGOS MUNASQA Y DM 7,8 I.

En la localidad de Pailón, el peso promedio (15,9 g) fue similar al de la localidad Colonia Piraí (15,6 g); siendo las líneas NS 7100 y NA 5909 las que lograron los pesos de granos más altos, mientras que NA 8015 (14,5 g) alcanzó el peso más bajo, 5 % menos que el promedio obtenido en esta localidad. Las variedades testigos Munasqa (14,5 g) y DM 7,8 i (15,2 g) lograron pesos intermedios.

En la localidad Colonia Piraí, los genotipos estudiados mostraron comportamiento similar, las líneas (NS 8262, NA 8015, NA 8009, NA 5909 y NS 7227) lograron los pesos más altos en relación al promedio de la localidad (15,6 g), similar al promedio de las variedades testigos Munasqa y DM 7,8 i (13,5 y 15,2 g respectivamente).

El promedio general del peso de 100 granos en la localidad de Cuatro Cañadas fue de 17,8 g, el valor más alto fue de 20,6 g (NS 8262) y el más bajo de 15,9 g (NA 8015). El promedio de la variedad Munasqa fue de 16,7 g y fue estadísticamente similar al observado en la variedad Testigo DM 7,8 i (17,1 g), los cuales fueron estadísticamente inferiores a los obtenidos en las líneas NS 8262 (20,6 g), NS 7227 (18,5 g) y NA 8009 (18,4 g).

El peso promedio de 100 granos no presentó marcadas diferencias entre las líneas Nidera respecto a las variedades testigos; presentando el mayor peso de granos la línea NS 8262 con 17,4 g y el menor peso la variedad testigo Munasqa con 14,8 g. En general referente a los pesos de granos registrados en el estudio podemos concluir que todas las líneas Nidera al igual que la variedad testigo DM 7.8 i tienen una calificación de peso de grano alto y la variedad testigo Munasqa fue la única que registró un peso de grano mediano.

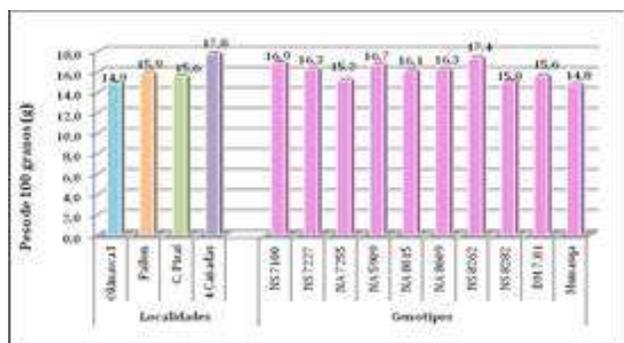


Figura 11. Promedio de la variable peso de 100 granos (g) en el ensayo

El análisis de varianza combinado para el peso de 100 granos, muestra que hubo diferencias estadísticas significativas entre genotipos y la interacción genotipos por localidades, y también hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades. (Cuadro 15). Comparado entre localidades, la localidad de Cuatro Cañadas con 17,8 g fue la que registró el mayor peso de 100 granos y el menor peso se registró en la localidad de Okinawa I con 14,9 g, y las localidades de Pailón y Colonia Pirai registraron un peso similar de 15,9 g y 15,6 g respectivamente.

En el análisis de varianza para el peso de 100 granos entre genotipos, se observa que las diferencias son mínimas pero es preciso señalar que el material que presentó el menor peso fue la variedad testigo Munasqa (14,8 g) y los mayores pesos de granos los registraron las líneas Nidera, en especial la línea NS 8262 con 17,8 g, estas apreciaciones están reflejadas en el Cuadro 15.

Al respecto, *Tejerina (1988)*, concluye que el peso de 100 granos es característica propia de cada variedad, en la cual también influye la densidad, época de siembra, fertilidad y humedad del suelo.

Por otro lado, *Amaro et al (1992)*, señala que el tamaño de la semilla es un carácter gobernado por factores genéticos y ambientales. En las variedades de ciclo corto tiene más importancia porque puede definir el 20- 30 % del rendimiento por limitaciones de los otros factores y la semilla generalmente es de mayor tamaño. En ciclos intermedios-largos, lo que se busca es una semilla de tamaño medio.

Calidad del grano

En Okinawa I, el promedio general fue de 1,9; siendo la línea NA 8015 la que tuvo el valor más alto (3,3),

probablemente por las condiciones de humedad de la zona que afectó la calidad de la semilla, las variedades testigo Munasqa y DM 7,8 i alcanzaron también niveles altos (2,0), las demás líneas recibieron la calificación del grano: bueno. En la localidad de Pailón, se evidenció valores con poca variación entre los genotipos, resultando las líneas NA 5909 y NA 8015 superiores a los testigos Munasqa y DM 7,8 i; mientras que la línea NS 8282 presentó la menor calificación.

En Colonia Pirai, el promedio fue de 2,0, la línea NA 8015 y la variedad testigo DM 7,8 i, presentaron valores más altos de calidad del grano correspondiendo a una calidad de semilla de buena a regular. En Cuatro Cañadas, la variedad testigo Munasqa alcanzó el valor más alto (3,3), similar resultado tuvieron la línea NA 8015 y la variedad testigo DM 7.8 i con 3,0, clasificándose la calidad del grano como regular.

La calidad del grano en las líneas Nidera recibieron valores mínimos según escala, mostrando una calificación del grano de muy buena a buena. A excepción de la línea NA 8015, que calificó como regular en las localidades de Okinawa y Cuatro Cañadas, probablemente por las condiciones de humedad de la zona en este verano que afectaron la calidad de la semilla. Las variedades testigo recibieron calificaciones más altas que variaron de calidad de grano de bueno a regular.

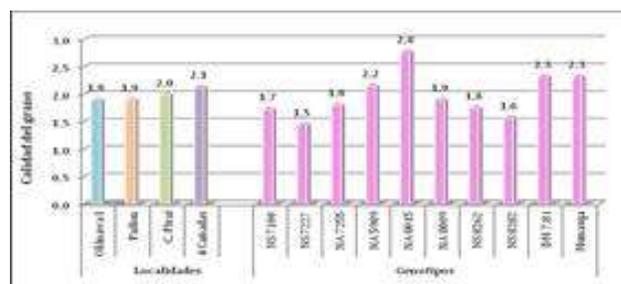


Figura 12. Valores de calidad del grano en el ensayo

RENDIMIENTO DE GRANO (KG/HA)

El análisis de varianza para rendimiento de grano en las cuatro localidades en estudio se muestra en la Figura 13 y en el Cuadro 17. El promedio general en la localidad de Okinawa fue de 2811 kg/ha y el rango de variación varió de 3399 (DM 7.8 i) a 2199 kg/ha (Munasqa). En esta localidad, se destaca la línea NA 8009 con un promedio de 3000 kg/ha, el mismo que es estadísticamente similar a la línea NS 8282 con 3012 kg/ha. La variedad testigo Munasqa con un rendimiento de 2199 kg/ha, resultó estadísticamente inferior a las demás líneas en estudio.

Los promedios en los genotipos para la variable rendimiento de grano en Pailón, presentaron diferencias estadísticas entre sí, probablemente debido a las buenas características edafológicas y las condiciones climáticas favorables se observaron buenos resultados en todos los genotipos, no obstante destaca la línea NA 5909 que alcanzó un rendimiento de grano de 3614 kg/ha, superior a las variedades testigos DM 7.8 i (3515) y Munasqa (3275).

En la localidad de Colonia Piraí, no se evidenció diferencias estadísticas significativas, sin embargo las líneas NA 8009 y NS 7227 fueron superiores al promedio de la localidad, mientras que los rendimientos en las variedades testigos DM 7.8 i y Munasqa estuvieron levemente por debajo del promedio. En Cuatro Cañadas, el promedio general fue de 3035 kg/ha, el valor más alto observado fue para la línea NS 8282 con 3956 kg/ha y el más bajo fue para la línea NA 8015 con 1818 kg/ha. En esta localidad los rendimientos de las líneas NS 8282, NS 7227, NA 7255, NA 5909, NA 8009 y NS 7100 superaron las 3 toneladas/ha, cantidad ampliamente superior al promedio regional, y a las variedades testigos Munasqa y DM 7,8 i.

Durante esta campaña de verano 2010/11 los rendimientos evidenciados fueron realmente óptimos, situación que se debió a las buenas condiciones climáticas de cada zona que logró un buen desarrollo del cultivo y gran potencial de rendimiento en los genotipos en estudio.

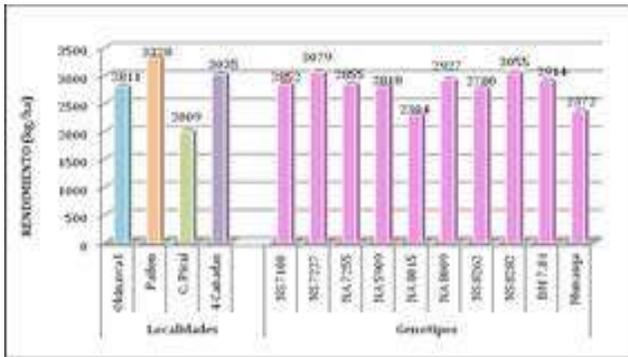


Figura 13. Promedio de la variable rendimiento de grano en el ensayo

Para el rendimiento de grano, el análisis de varianza combinado muestra que hubo diferencias estadísticas altamente significativas para líneas, localidades y la interacción líneas por localidades. (Cuadro 17).

El análisis estadístico entre localidades, muestra que el rendimiento más alto fue registrado en la localidad de Pailón con 3328 kg/ha, seguido por Cuatro Cañadas con 3035 kg/ha, Okinawa con 2811 kg/ha y donde se registro el menor rendimiento fue en Colonia Piraí con 2009 kg/ha, estos resultados son el reflejo de los componentes de rendimiento evaluados, por ejemplo en Pailón se registró la mayor cantidad de vainas por planta y granos por vaina, y estos resultados se traducen en mayores rendimientos pese a que en Cuatro Cañadas se registró el mayor peso de 100 granos.

El análisis de varianza realizado entre los genotipos muestran que la línea NS 7227 fue la que registró el mayor rendimiento con 3079 kg/ha, muy cerca a esta están las líneas: NS 8282 con 3055 kg/ha, NA 8009 con 2927 kg/ha, la variedad testigo DM 7.8 i con 2914 kg/ha, NA 7255 con 2855 kg/ha, NS 7100 con 2852 kg/ha, NA 5909 con 2818 kg/ha, NS 8262 con 2780 kg/ha, y la que presentó el menor rendimiento fue la variedad testigo Munasqa con 2372 kg/ha. Esto nos demuestra que las líneas Nidera presentaron un mayor rendimiento comparado a las variedades testigos.

Los factores determinantes del crecimiento y del rendimiento son: el genotipo (características de cada cultivar), la radiación solar y la temperatura del ambiente, dichos factores determinan el rendimiento potencial. Los factores limitantes son: agua y nutrientes, los cuales son considerados factores que determinan el rendimiento alcanzable. Los factores reductores son: malezas, enfermedades, plagas, etc, y son los que deciden el rendimiento logrado o real. En un orden ascendente, son los reductores los primeros a cubrir a través de medidas de protección del cultivo, en segundo lugar deberá regularse la entrega de los limitantes a través de medidas que promuevan el aumento del rendimiento. (Soldini, 2008)

Al respecto, Toledo (2009), indica que la diferencia de rendimiento que se manifiesta de una campaña a otra está en función de la cantidad de recursos (agua, luz, nutrientes) que las plantas tienen disponibles, las limitaciones que pueden restringir la captura de estos y la capacidad de las plantas de acceder a los lugares donde se encuentran y tomarlos. Es decir del total de recursos que se incorporan al sistema, una parte se destina a órganos vegetativos (raíces, tallos y hojas) y sólo una proporción de la biomasa, representada por el índice de cosecha (IC), es lo que finalmente compone el rendimiento.

En principio el rendimiento es el producto de sus dos componentes principales: el número de granos por unidad de superficie y el peso de los granos; si bien existen compensaciones entre estos componentes, guardan cierta independencia entre sí, que permite suponer que un aumento en cualquiera de los dos puede producir un aumento en el rendimiento. Sin embargo en un rango amplio de condiciones agronómicas el número de granos es el componente que mejor explica las variaciones en el rendimiento. (Kantolic et al., 2004)

El rendimiento se relaciona con la fecha de siembra dependiendo del cultivar y el ambiente. En condiciones hídricas no limitantes y empleando diferentes combinaciones de cultivares y fecha de siembra es posible incrementar el rendimiento en forma lineal adelantando las siembras hasta en la fecha que ocurran heladas tardías, estas dependen de factores propios de cada ambiente (latitud y altitud), y otros parámetros variables entre campañas (régimen térmico e hídrico) (Baigorri, 2004)

Por su parte, Bonner y Galston (1967), señalan que el rendimiento como el desarrollo de la planta, es el resultado de la interacción que existe entre el genotipo y el ambiente, lo cual está determinado por su naturaleza individual y al mismo tiempo, por la forma de cómo reacciona frente a las condiciones medioambientales.

Análisis de los parámetros de estabilidad

En el Cuadro 18, se muestran los índices ambientales y los rendimientos promedios en t/ha, según los índices ambientales, la mejor localidad fue Pailón presentando un valor positivo de 0,39. También esta localidad registró el mayor rendimiento en su media general. En cuanto a las localidades de Okinawa y Cuatro Cañadas se presentaron también valores positivos de 0,10 y 0,33 respectivamente; sin embargo, la que registró un índice ambiental con valor negativo fue la localidad de Colonia Pirai y su rendimiento promedio fue menor.

Cuadro 18. Índices ambientales y rendimiento medio por ambiente.

AMBIENTES	INDICE AMBIENTAL	RENDIMIENTO (kg/ha)
Okinawa	0,10	2810,9
Pailón	0,39	3327,8
Colonia Pirai	-0,82	2008,6
Cuatro Cañadas	0,33	3034,8

Cuadro 19. Rendimiento de grano en kg/ha, coeficiente de regresión (bi) y desviación de la regresión (S²di)

GENOTIPOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	bi	(S ² di)
NS 7100	2852	1,07	-0,03
NS 7227	3079	0,97	0,12
NA 7255	2855	1,06	0,07
NA 5909	2818	1,59	0,03
NA 8015	2304	0,71	0,12
NA 8009	2927	0,69	-0,03
NS 8262	2780	1,00	0,04
NS 8282	3055	1,43	0,15
DM 7.8 i	2914	0,97	0,25
Munasqa	2372	0,51	0,19

En el Cuadro 19 y 20, se observan los valores del promedio de rendimiento en kg/ha, el coeficiente de regresión (bi) y la desviación de la regresión (S² di) estimados para cada genotipo, se observa que los genotipos evaluados presentaron coeficientes próximos a 1 para bi y próximos a cero para S² di.

Cuadro 20. Resumen del comportamiento de los genotipos mediante los parámetros de estabilidad

GENOTIPOS	RENDIMIENTO	bi	(S ² di)	REFERENCIAS
NA 8009	2927	0,69	-0,03	C Mejor respuesta en ambientes desfavorables y predecible
DM 7.8 i	2914	0,97	0,25	D Mejor respuesta en ambientes desfavorables pero poco predecibles
Munasqa	2372	0,51	0,19	
NS 7227	3079	0,97	0,12	
NA 8015	2304	0,71	0,12	E Mejor respuesta en ambientes favorables y predecibles
NS 7100	2852	1,07	-0,03	
NA 5909	2818	1,59	0,03	F Mejor respuesta en ambientes favorables y poco predecibles
NA 7255	2855	1,06	0,07	
NS 8262	2780	1,00	0,04	
NS 8282	3055	1,43	0,15	

La línea NA 8009 con 2927 kg/ha, presentó coeficiente de regresión (bi) menor a 1 y desviación de regresión (S² di) menor a cero lo cual indica que tiene mejor respuesta en ambientes desfavorables y predecible, las líneas NS 7227, NA 8015, y las variedades testigos DM 7.8 i y Munasqa con rendimientos de 3079, 2304, 2914 y 2372 kg/ha consecutivamente presentan un coeficiente de regresión (bi) menor a 1 y desviación de regresión (S² di) próximos a cero, por lo que muestran tener mejor respuesta en ambientes desfavorables pero poco predecibles.

La línea NS 7100 con un promedio de 2852 kg/ha, las líneas NA 5909 (2818 kg/ha), NA 7255 (2855 kg/ha), NS 8262 (2780 kg/ha) y NS 8282 (3055 kg/ha) mostraron un coeficiente de regresión (bi) próximos a 1 y desviación de regresión (S^2 di) próximos a cero, por lo tanto tienen mejor respuesta en ambientes favorables y poco predecibles.

La línea que presentó la mayor estabilidad a través de las cuatro localidades en estudio fue la línea NA 8009, la cual tuvo rendimientos altos de: 3000 kg/ha en Okinawa, 3151 kg/ha en Pailón, 2315 kg/ha en Colonia Pirai (localidad donde presentó el mayor rendimiento entre genotipos), y 3241 kg/ha en Cuatro Cañadas.

La diferencia entre adaptabilidad y estabilidad está en que la adaptación puede definirse como el valor de un individuo o de una población de acondicionarse a un ambiente ecológico, según su constitución genética, principalmente después de varias generaciones como resultado de los procesos de selección durante la segregación y combinación genética, formando la población con genotipos adaptables. (Montaño, 2002) y la estabilidad es el atributo que le permite a los genotipos ajustar su capacidad productiva a la más amplia variación del estímulo ambiental cuando son evaluados en ambientes diferentes. (Soldini, 2008)

La adaptabilidad y estabilidad de una variedad depende de su constitución genética, esto es, del número de genotipos que la constituyen y del nivel de heterocigosis de los genotipos (Borém, 1999). Al respecto, Schuch (2002), indica que la soya presenta una gran estabilidad de rendimiento, debido a la capacidad de compensaciones en los llamados componentes del rendimiento, que son: el número de vainas/planta; número de granos/vaina, y el peso de 100 granos, aun con variaciones acentuadas en la población.

En la Figura 15, se presentan las líneas de regresión del índice ambiental vs rendimiento expresado en kg/ha, correspondiente a la mejor línea que tuvo la mejor fluctuación en las diferentes localidades frente a las variedades testigos.

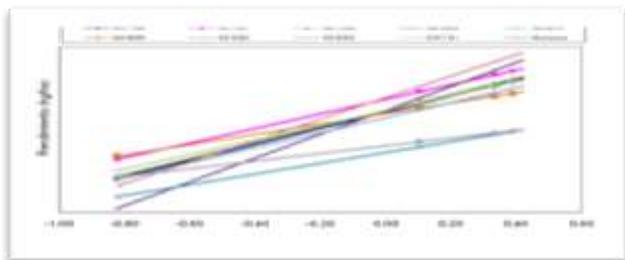


Figura 14. Comportamiento de los genotipos de soya en líneas de regresión sobre sus índices ambientales

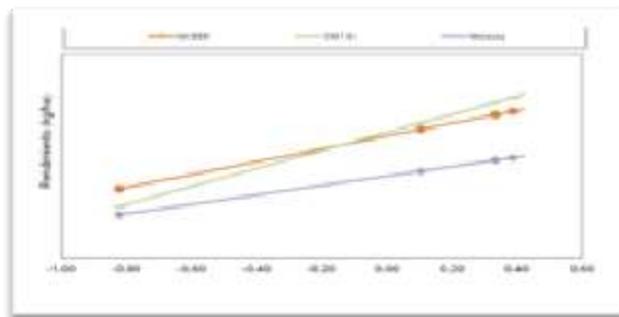


Figura 15. Comportamiento del genotipo de soya más estable frente a las variedades testigos en líneas de regresión sobre sus índices ambientales

CONCLUSIONES

- La precipitación en las localidades de Pailón y Cuatro Cañadas estuvieron un poco por debajo y en Okinawa un poco por encima de la óptima recomendada para la soya, sin embargo, no presentaron severas limitaciones para el desarrollo y producción del cultivo de soya, mientras que en Colonia Pirai las altas precipitaciones significaron un incremento en la severidad de mancha púrpura en el grano. Respecto a las condiciones edáficas, Okinawa, Pailón y Cuatro Cañadas tuvieron suelos aceptables, sin embargo en Colonia Pirai la falta de nutrientes significó una notable reducción en rendimiento.
- La cantidad de días necesarios para alcanzar la floración y cosecha demostró que la línea que mayor número de días requirió fue NA 8015 siendo de ciclo intermedio al igual que la variedad testigo Munasqa; la más precoz fue la línea NA 5909 y las demás líneas junto con la variedad testigo DM 7.8 i clasificaron como precoces.
- En lo que respecta a la altura de la planta, las líneas NA 5909, NS 8262, NS 8282 y la variedad testigo Munasqa resultaron de porte medio, mientras que las líneas NS 7227, NS 7100, NS 7255, NA 8009, NA 8015 y la variedad testigo DM 7.8 i fueron de porte alto. La línea NA 8015 quien reportó la mayor altura repercutió también en mayor acame, ya que a mayor altura mayor posibilidad de acamarse, sin embargo el valor registrado no fue elevado como para ocasionar una reducción en rendimiento presentándose la planta como ligeramente inclinada, las demás líneas no presentaron problemas de acame.

- Las enfermedades evaluadas entre ellas, mancha anillada y mancha púrpura en grano registraron los valores más bajos en las líneas Nidera, comparadas con las variedades locales, por lo tanto estas líneas presentan tolerancia a las enfermedades señaladas.
- Con relación al rendimiento de grano entre localidades, Pailón registró el mayor rendimiento con un promedio de 3328 kg/ha, y el menor promedio se registró en la localidad Colonia Pirai con 2009 kg/ha. Entre genotipos, la línea NS 7227 promovió una producción promedio de más de 3000 kg/ha, superando a las variedades testigos DM 7.8 i y Munasqa, y la que registró el menor promedio de rendimiento fue la línea NA 8015 con 2304 kg/ha.
- En función de todas las variables analizadas, las líneas Nidera presentaron buenas características agronómicas y potencial de rendimiento superior comparado con las variedades testigos, además de buena sanidad frente a las principales enfermedades, por lo que se puede concluir que pueden ser postuladas al mercado y recomendadas para siembra comercial en los diferentes ambientes de las zonas soyeras del departamento. La línea que se comportó más estable a través de las localidades fue la línea NA 8009.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaro E., 1992. Soja. Cuaderno de actualización técnica. N° 41 CREA. Tercera Edición. Argentina. 340 p.
- ANAPO, 2009. . Guía de recomendaciones técnicas 2009. Santa Cruz, Bolivia. pp 86-124.
- ANAPO, 2011. Anapo en cifras. Santa Cruz, Bolivia. 3 p.
- Andrade, 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Sci.* 453 p.
- Arias, N. y Adrian, M. 2009. Control de enfermedades en el cultivo de soja. INTA- EEA, Concepción del Uruguay. Uruguay. 5 p.
- Baigorri, H. E. 1997. Ecofisiología del cultivo en el cultivo de la soja en Argentina. Giorda, L. y Baigorri, H., editores. Argentina. 86 p.
- Bastidas y Varón, 1990. Desarrollo de dos variedades de soja *Glycine max* (L) Merrill, para el trópico seco Colombiano. ICA, Palmira, Colombia. 67p.
- Bodrero, 1997. Ecofisiología del cultivo. Editado por Laura M. Giorda y Héctor E. J. Baigorri. Editorial San Juan, Argentina. 47 p.
- Borém, 1999. Hibridación artificial de plantas. Editorial Universidad Federal de Viscosa. Mina Gerais, Brasil. 453 p.
- Borner y Gastón, A. W. 1967. Principios de fisiología vegetal. Editorial Aguilar. Madrid, España. 440 p.
- Brauer, 1980. Fitogenética aplicada. Editorial LIMUSA. México. 518 p.

- Calvimontes, 1986. Adaptación regional de 18 variedades de soja en Santa Cruz durante el verano 1985/86. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas, U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. pp 3-9.
- Egli y Crafts-Brandner, 1996. Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships. Marcel Dekker, Inc. New York, EE.UU. 595 p.
- EMBRAPA, 2007. Tecnologías de producción de soja en la región central de Brasil. Londrina, Paraná, Brasil. pp 115-169.
- Formento N., J. de Souza, J. Velázquez, I. Vicentin y I. Gieco. 2005. Guía Práctica de Identificación Roya Asiática & Enfermedades Foliares de la Soja. Serie Extensión n° 36 EEA INTA Paraná. 39 p.
- FUNDACRUZ, 2010. Manual de difusión técnica de soja. Santa Cruz, Bolivia. pp 37-90
- Guzmán, 1994. Comportamiento agronómico de líneas y variedades de soja (*Glycine max* (L.), Merrill), en dos localidades del departamento de Santa Cruz, durante el invierno 2004. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. pp 3 - 8
- Howell, 1978. Physiological factors affecting composition of soybeans: 1 correlation of temperatures irrign the pod filling stage with oil porcentaje in the mature beans agron. *J. EE.UU.* pp 526-528.
- López, 1995. Adaptación regional de 10 líneas y variedades de soja, en cuatro localidades del departamento de Santa Cruz, campaña invierno 1993. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. 7 p.
- Mariscal, E. 1999. Adaptación regional avanzada de 14 líneas y variedades de soja, en cuatro localidades del departamento de Santa Cruz, durante el verano 1997/98. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. pp 3-8
- Montaño, 2002. Adaptación regional avanzada de 13 líneas y 6 variedades de soja (*Glycine max* (L.), Merrill) en cinco localidades del departamento de Santa Cruz, invierno 2001. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. 72 p.
- Poehlman, 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa Wiley S.A. México, 453 p.
- Soldini, D. 2008. Algunas bases para el manejo del cultivo de soja. Informe de Actualización Técnica n° 10. EEA INTA Marcos Juarez. pp 13-17
- Subirana, 2008. Diagnostico situacional de la producción de soja en Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia. 28 p.
- Tejerina, 2006. Mejoramiento genético en soja. Santa Cruz, Bolivia. 52 p.
- Valenzuela, R. 2006. El cultivo de soja y sus repercusiones en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. 5 p.
- Vernetti, 1983. Soja: Planta, clima, plagas y enfermedades. Fundación Cargill. Vol. 1. Brasil. 461 p.

EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA ENTRE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE PROPÓLEO DE APIS MELÍFERA AFRICANIZADA (*APIS MELLIFERA*) Y SURO (*SCAPTOTRIGONA POSTICA*), PROVENIENTES DE DIFERENTES ZONAS DE SANTA CRUZ¹

EUGENIA GRISOLIA CIRERA²; MARCOS KORIYAMA³

RESUMEN. La búsqueda de alternativas terapéuticas para combatir las infecciones por bacterias puede ser una solución al incremento de las multiresistencias a antimicrobianos. El propóleo es una sustancia natural que ha sido usada desde la antigüedad para diferentes afecciones, sin embargo, son pocos los estudios científicos y concluyentes que demuestren dicha acción. En el Análisis de la varianza de la difusión en placa por Kirby Bauer se intentó demostrar y comparar la eficiencia de la actividad antimicrobiana de extractos etanólicos entre Apis melífera africanizada (*Apis mellifera*) y Suro (*Scaptotrigona postica*), provenientes de diferentes zonas de Santa Cruz. Los ensayos de difusión en placa por Kirby Bauer y macrodilución seriada se realizaron en *Pseudomonas aeruginosa*, (gramnegativa) y *Staphylococcus aureus* (grampositiva), con extractos obtenidos de Portachuelo, Vallegrande y Porongo. Los análisis de la varianza fueron analizados a través del programa InfoStat. Presentando a *Staphylococcus aureus* con la mayor sensibilidad antimicrobiana a los propóleos, el extracto etanólico de propóleo de Apis (*Apis mellifera*) resultó significativamente más eficiente que el extracto etanólico de propóleo de Suro (*Scaptotrigona postica*) y los extractos etanólicos de propóleo producido por Apis no son significativamente diferente entre las diferentes localidades (Portachuelo, Porongo y Vallegrande).

Palabras claves: acción antimicrobiana, propóleo, CMI

EFFICIENCY OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY BETWEEN THE PROPOLIS EXTRACTS OF AFRICANIZED APIS MELÍFERA (*APIS MELLIFERA*) AND SURO (*SCAPTOTRIGONA POSTICA*), PROVENIENT FROM DIFFERENT AREAS OF SANTA CRUZ

ABSTRACT. The search for therapeutic alternatives to fight bacterial infections may be a solution to the increase in multiresistance to antimicrobials. Propolis is a natural substance that has been used since ancient times for different conditions, however, there are few scientific and conclusive studies that demonstrate this action. In the analysis of the variance of the diffusion in plaque by Kirby Bauer, this sense was intended to demonstrate and compare the efficiency of the antimicrobial activity of ethanolic extracts between Africanized honey apis (*Apis mellifera*) and Suro (*Scaptotrigona postica*), from different areas of Santa Cruz. Plaque diffusion tests by Kirby Bauer and serial macrodilution were performed in *Pseudomonas aeruginosa*, (gram negative) and *Staphylococcus aureus* (gram positive), with extracts obtained from Portachuelo, Vallegrande and Porongo. Variance analyzes were analyzed through the InfoStat program. Presenting *Staphylococcus aureus* with the highest antimicrobial sensitivity to propolis, the Aptan propolis extract (*Apis mellifera*) was significantly more efficient than the propolis extract of Suro (*Scaptotrigona postica*) and the ethanol propolis extracts produced by Apis are not significantly different between the different locations (Portachuelo, Porongo and Vallegrande).

Keywords: antimicrobial action, propolis, CMI

¹ Sometido en 10 /9/2019. Aceptado para publicación el 18/10/2019.

² Lic. Biología. Msc. Profesora carrera Biología FCA UAGRM Santa Cruz, Bolivia - email: euge.grisolia@gmail.com

³ Ingeniero Agrónomo, Msc. coautor estudio, Santa Cruz, Bolivia

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el propóleo, al igual que la miel son productos conocidos por sus propiedades terapéuticas. Dado el incremento de las multiresistencias en los últimos tiempos a los antimicrobianos tanto de bacterias gramnegativas como grampositivas, por se ha hecho urgente la búsqueda de alternativas de productos más efectivos e incluso a menor costo que mitiguen este gran problema en el área de la salud. Actualmente se está haciendo cada vez más popular el uso de sustancias naturales, el propóleo, entre éstas, sin embargo, el conocimiento es algo empírico en muchos de estos productos, sin haber sido evaluada científicamente su actividad antimicrobiana. Los ensayos se realizaron.

El propóleo es una mezcla química de ceras, resinas, aceites esenciales y polen, destacándose compuestos bioactivos como ácido cinámico, compuestos fenólicos y flavonoides (Bancova *et al.*, 1987), terpenos, ácidos aromáticos, derivados del ácido caféico, ácidos grasos y aminoácidos (Pereira *et al.*, 2002). Las abejas lo usan para sellar rendijas, mantener la temperatura estable y evitar la proliferación de microorganismos de la colmena (Ghisalberti *et al.*, 1979).

Las actividades biológicas del propoleo, incluyendo actividad hepatoprotectora (Banskota *et al.*, 2001), antitumoral inmunomoduladora, regenerativa, anestésica (Ghisalberti, 1979), antioxidante (Banskota *et al.*, 2001) y antimicrobiana, entre otras.

La actividad antimicrobiana está relacionada con la presencia de compuestos flavonoides, ácidos fenólicos y sus ésteres (Marcucci, 1995), evidenciada *in vitro* frente a varios linajes de bacterias Gram positivas y negativas (Marcucci, 1996), y también frente a hongos filamentosos y levaduras (Martins, 2002; Metzner *et al.*, 1977).

Si bien es cierto, existen estudios que reportan dicha actividad antimicrobiana, ésta depende de su composición, la cual varía según la región, el tipo de especie de abejas e incluso en la estación que se recolecta.

En este sentido reconociendo la importancia de la utilización de compuestos de origen natural y habiendo probado actividad antimicrobiana en diferentes cepas bacterianas en el Laboratorio de Biología Molecular (LIMAB), el presente estudio ha enfocado su interés en comparar el grado de eficiencia de la actividad antimicrobiana entre los extractos etanólicos de propóleo de *Apis mellifera* africanizada

(*Apis mellifera*) y Suro (*Scaptotrigona postica*), provenientes de diferentes zonas de Santa Cruz.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de propóleos

Se utilizaron los extractos etanólicos de propóleos producidos por *Apis mellifera* africanizada (*Apis mellifera*) provenientes de las zonas de Portachuelo, Vallegrande y Porongo de Santa Cruz, y producido por Suro (*Scaptotrigona postica*) de la zona de Porongo.

Preparación de propóleos

Se procesaron los propóleos según la metodología de Park *et al.* (1998) modificada; Cada una de ellas se pesó y pulverizó en morteros de porcelana previamente retiradas las impurezas como hojas y otros. Luego cada muestra se colocó en frascos estériles con 100mL de etanol, y luego se incubaron en baño maría a 70°C por 60 minutos. Posteriormente se centrifugaron a 5000 rpm por 20 minutos colectándose el supernadante y descartándose el pellet.

Cepas de ensayo:

Para los ensayos de sensibilidad antimicrobiana de los extractos de propóleos se usaron *Pseudomonas aeruginosa*, como representante del grupo de bacterias gramnegativas y *Staphylococcus aureus* como representante de bacterias grampositivas, obtenidos del cepario de referencia del laboratorio de Microbiología Ambiental (LIMAB) de la carrera de biología. En ambos casos patógenos humanos que presentan por lo general multiresistencia a antibióticos usados en clínica.

Preparación de los inóculos

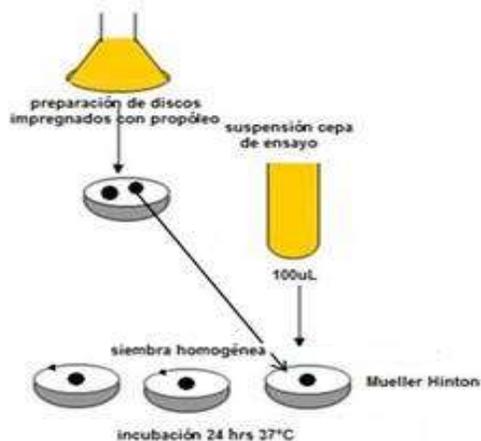
Las cepas antes mencionadas se recuperaron a través de la técnica de aislamiento en agar nutriente para verificar ausencia de contaminación y luego se hicieron crecer en caldo L a 37°C por 24 hrs. hasta la fase exponencial de crecimiento según la escala de m^o Farlan. Finalmente se verificó con pruebas bioquímicas las especies respectivamente.

Determinación de la actividad antimicrobiana

a. Método de Kirby Bauer

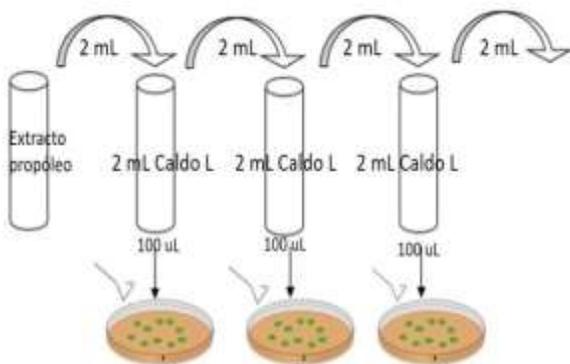
Para determinar resistencia o sensibilidad se utilizó el extracto etanólico puro de cada propóleo embebiendo discos de celulosa y colocados sobre el inóculo a través de una siembra homogénea de cada cepa sobre agar Mueller Hinton,

según la técnica de Kirby Bauer. Se realizaron 3 repeticiones de cada ensayo. Se tomó como controles negativos un disco sin propóleo y otro embebido con etanol, con el fin de descartar el posible efecto del alcohol.



b. Método Macrodilución en caldo

Se realizaron diluciones seriadas en caldo L, según la metodología de Gil *et. al.* (2008). Se realizó una prueba piloto para cada propóleo con cada cepa, tomándose tubos con 2 mL de caldo L y 2 mL del extracto etanólico, en los siguientes tubos se fueron tomando 2 mL del anterior de tal manera de tener cada vez el 50% de concentración respecto al anterior. luego se van tomando alícuotas de 2 mL en los siguientes tubos para obtener diluciones al 50%. Cada tubo se inocula con 100 µL de la cepa en ensayo preparada con 24 horas de anticipación cuyo crecimiento estuvo en fase exponencial (N° 3 de la escala de McFarlan). Se incuba a 37 °C por 24 hrs. Por último se toman 100 µL de cada tubo de dilución para realizar una siembra homogénea en placas de Mueller Hinton, que se llevaran a incubación por 24 hrs. a 37 °C. Paralelamente se utilizan controles con etanol para descartar los efectos del etanol. Se considera sensible donde no hay unidades formadoras de colonia (UFC).



La prueba piloto se realizó con el fin de obtener la concentración mínima inhibitoria para cada propóleo, y de acuerdo a este resultado, donde se observó crecimiento a partir de la dilución al 25%, se realizaron diluciones intermedias, que fueron 25%, 12,5% 6,25%, esta vez cada ensayo se realizó con tres repeticiones.

Diseño Experimental

a. Análisis de la varianza de la difusión en placa por Kirby Bauer

Se usó el diseño experimental de bloques completamente al azar donde las 3 repeticiones son los bloques, y se tomaron en cuenta para el análisis de varianza como factores el extracto etanólico de Apis y Suro y la localidad de la cual proviene cada uno de ellos, el resultado se midió a través del diámetro de los halos de inhibición producto del no crecimiento de la bacteria, a mayor halo más eficiente el extracto. El análisis de varianza se realizó a través de la prueba LSD de Fisher, con un $\alpha=0,05$, esta prueba logra comparaciones múltiples con la cual nos ha permitido comparar las diferencias de las medias de los halos de inhibición, dado que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica de ANOVA, aunque las diferencias son muy pequeñas. Los datos han sido analizados a través del programa InfoStat.

b. Análisis de la varianza en Macrodilución seriada:

Se usó el diseño experimental de bloques completamente al azar donde las 3 repeticiones son los bloques, y se tomaron en cuenta para el análisis de varianza como factores; las concentraciones de los extractos de propóleos producidos por Apis melífera africanizada provenientes de Portachuelo (PCH), Porongo (PR) y Vallegrande (VA) y Suro proveniente de Porongo, todos al 25%, 12,5% y 6,25%, frente a las cepas *Stapylococcus aureus* como representante de las bacterias grampositivas y *Pseudomonas aeruginosa* como representante de bacterias gramnegativas, ambas patógenas para el ser humano.

Los resultados fueron medidos por el número de colonias crecidas a partir de cada tratamiento, cuanto mayor menor número de colonias más sensible será la bacteria o bien más eficiente el extracto etanólico del propóleo.

Para el análisis de la varianza se utilizó la Prueba de Tukey, igual que la prueba de LSD de Fisher, es un test de comparaciones múltiples que nos ha permitido comparar las diferencias de las medias de los diferentes factores, dado que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias mediante la

técnica de ANOVA., pero en este caso permite identificar de manera más significativa mayores diferencias de las medias.

Los datos han sido analizados a través del programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Técnica de Difusión en placa (Kirby-Bauer)

Tabla 1. Halos de inhibición de los extractos etanólicos de propóleo frente a cepas bacterianas (diámetro en mm)

	Abeja	Localidad	1	2	3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Apis Melífera	PCH	12	10,5	10
		VA	10	12	12
		PR	13	11	10
	Suro	PR	10	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Apis Melífera	PCH	0	12	13
		VA	12	10	10
		PR	11	11	11
	Suro	PR	0	0	0

Como se explicó en la metodología, el análisis de varianza para los resultados de sensibilidad antimicrobiana tanto en *Staphylococcus aureus* como en *Pseudomonas aeruginosa* de extractos etanólicos de propóleo producidos por abejas Api melífera africanizada y Suro de las localidades de Porongo, Portachuelo y Vallegrande se utilizó el Test de Fisher, dado que la diferencia de las medias aparentemente, como se observa en la tabla N°1, son muy pequeñas.

Tabla 2. Análisis de varianza según LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$

F.V	gl	F	p-valor
Modelo.	3	10,75	0,0035
Bacteria	1	1,13	0,3186
Especie	1	30,36	0,0006
Bacteria Especie	1	0,76	0,4096

La tabla N°2 indica que tanto el modelo como el análisis entre bacterias y extractos etanólicos de propóleo de Api y Suro es estadísticamente significativo, dado que el valor F calculado es mayor que el F de tabla ($p < 0,05$), es decir, tiene un 95% de confiabilidad.

Tabla 3. Comparación de las medias entre *S. aureus* y *P. aeruginosa* según LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$ y $gl=8$

Bacteria	Media	n	
<i>S. aureus</i>	7,33	6	A
<i>P. aeruginosa</i>	5,50	6	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 4. Comparación de las medias entre Apis y Suro según LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$ y $gl=8$

Abeja	Media	n	
Apis	11,17	6	A
Suro	1,67	6	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Como se observa en el análisis de la varianza expuestas en la tabla N°3, no hay una sensibilidad antimicrobiana significativamente diferente entre *S. aureus* y *P. aeruginosa*, sin embargo, el promedio de los halos de inhibición es significativamente mayor en los extractos etanólicos de Apis con respecto a Suro (tabla N°4), lo que se entiende como una mayor eficiencia para controlar el crecimiento bacteriano del extracto etanólico de propóleo de Apis en ambas cepas bacterianas.

Tabla 5. Análisis de la varianza entre las cepas bacterianas y las localidades. LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$

F.V	gl	F	p-valor
Modelo.	5	0,4	0,8421
Cepas bacterianas	1	0,63	0,4431
Localidad	2	0,47	0,6381
Bacteria Localidad	2	0,27	0,8137

Tabla 6. Comparación de las medias de los extractos etanólicos de Apis entre Porongo, Vallegrande y Portachuelo según LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$ y $gl=12$

Localidad	Media	n	
Porongo	11,17	6	A
Vallegrande	11,00	6	A
Portachuelo	9,58	6	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 7. Comparación de la sensibilidad antimicrobiana de ambas cepas bacterianas con las localidades. LSD de Fisher a un $\alpha=0.05$

Bacterias	Localidad	Medias	n	
<i>S. aureus</i>	VA	11,33	3	A
<i>S. aureus</i>	PR	11,33	3	A
<i>S. aureus</i>	PCH	10,83	3	A
<i>P. aeruginosa</i>	PR	11,00	3	A
<i>P. aeruginosa</i>	VA	10,67	3	A
<i>P. aeruginosa</i>	PCH	8,33	3	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con relación a la respuesta de sensibilidad antimicrobiana ante los extractos etanólicos de propóleo obtenido de diferentes localidades (Porongo, Portachuelo y Vallegrande) no muestra una diferencia estadísticamente significativa

Técnica de Macrodilución en caldo

La técnica de macrodilución contempló tres diluciones, las cuales fueron determinadas a través de una prueba piloto previa, éstas son 25%, 12,5% y 6,25% a partir de los extractos etanólicos de propóleo madre. De cada una de ellas se realizaron 3 repeticiones.

Tabla 8. Sensibilidad antimicrobiana de las diferentes concentraciones de los extractos etanólicos. (número de colonias por placa)

	Abeja	Localidad	25%			12,5%			6,25%		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>S. aureus</i>	Apis	PCH	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Melífera	0	0	0	0	0	0	14	8	10
		PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suro	PR	0	0	0	5	1	5	45	46	36
<i>P. aeruginosa</i>	Apis	PCH	0	0	0	0	0	0	0	10	22
		Melífera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		PR	0	1	0	0	45	36	45	45	46
	Suro	PR	0	0	0	45	32	35	46	45	44
			8	0	8	1	5	0			
			0	0	0	0	0	0			

La tabla número 8, muestra mayores diferencias entre las medias que las observadas con la técnica anterior, por lo que se decidió utilizar el test de Tukey, como una prueba paramétrica para el análisis de varianzas.

Tabla 9. Análisis de la varianza, (Bacteria, especie de abeja y concentración)

F.V	gl	F	p-valor
Modelo.	11	31,24	<0.0001
Bacteria	1	65,87	<0.0001
Especie (abeja)	1	17,51	0.0003
Concentración	2	83,33	< 0.0001
Bacteria*Especie	1	8,18	0.0086
Bacteria*Concentración	2	17,35	<0.0001
Especie*Concentración	2	10,38	0.0006
Bacteria*Especie*Concentración	2	14,98	<0.0001

Tabla 10. Análisis de la varianza, (Bacteria, localidad y concentración)

F.V	gl	F	p-valor
Modelo.	17	15,43	<0.0001
Bacteria	1	30,36	<0.0001
Localidad	2	29,46	<0.0001
Concentración	2	10,23	0.0003
Bacteria*Localidad	2	30,42	<0.0001
Bacteria*Concentración	2	9,33	0.0005
Localidad*Concentración	4	8,92	<0.0001
Bacteria*Localidad*Concentración	4	9,37	<0.0001

Para comparar las medias de la respuesta de sensibilidad antimicrobiana a los diferentes propóleos, entre las cepas bacterianas, la eficiencia entre los propóleos producidos tanto por Apis como de Suro de las diferentes localidades y las respectivas concentraciones usadas en todos los casos presenta un alto grado de significancia al resultar el F calculado mayor al de tabla. Por lo tanto, se rechaza H_0 ($p < 0,05$), que indica que todas las medias son uniformes, aceptándose la hipótesis alterna que indica que al menos una es diferente con un nivel de confianza del 99,99.

Tabla 11. Comparación de las medias entre *S. aureus* y *P. aeruginosa* según test Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=36$

Bacteria	Media	n	
<i>P. aeruginosa</i>	79,44	27	A
<i>S. aureus</i>	1,22	27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En este ensayo se observa un nivel significativamente mayor de sensibilidad antimicrobiana de los propóleos en *Staphylococcus aureus* con respecto a *Pseudomonas aeruginosa*, la cual tiene una media de crecimiento en número de colonias superior, lo cual es coincidente con la literatura, como indica Garcia *et al.* (2010), donde por lo general las bacterias grampositivas son más sensibles al propóleo que las gramnegativas.

Tabla 12. Comparación de las medias entre concentraciones según Test de Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=36$

Concentraciones	Media	n	
25%	78,61	18	A
12,5%	42,33	18	AB
6,25%	0,06	18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Como es de esperar a medida que la concentración de los propóleos baja, la resistencia de las cepas bacterianas también lo hará. En el ensayo las diferencias entre 25%, 12,5% y 6,25% son significativamente diferentes.

Tabla 13. Comparación de las medias entre localidades según Test de Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=36$

Localidades	Media	n	
Porongo	117,39	18	A
Portachuelo	1,83	18	B
Vallegrande	1,78	18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 14. Comparación de las medias entre localidades y cepas bacterianas según Test de Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=36$

Bacterias	Localidad	Medias	n	
<i>P. aeruginosa</i>	PR	234,78	9	A
<i>P. aeruginosa</i>	PCH	3,56	9	B
<i>S. aureus</i>	VA	3,56	9	B
<i>S. aureus</i>	PCH	0,11	9	B
<i>S. aureus</i>	PR	0,00	9	B
<i>P. aeruginosa</i>	VA	0,00	9	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados del análisis de las varianzas por Tukey entre los extractos de los propóleos de las diferentes localidades demuestran que el propóleo obtenido de Porongo es el menos eficiente en el control del crecimiento bacteriano en *P. aeruginosa*, no habiendo diferencias significativas entre los propóleos obtenidos de Vallegrande y Portachuelo.

Tabla 15. Comparación de las medias entre extractos de Apis y Suro según Test de Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=24$

Abeja	Media	n	
Suro	206,89	18	A
Apis	117,39	18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La tabla 15 demuestra que entre los propóleos producidos por Apis y Suro, Apis es significativamente más eficiente en el control de crecimiento bacteriano.

Tabla 16. Comparación de las medias entre extractos de Apis y Suro frente a cepas bacterianas según Test de Tukey a un $\alpha=0.05$ y $gl=24$

Bacterias	Especie	Medias	n	
<i>P. aeruginosa</i>	Suro	263,11	9	A
<i>P. aeruginosa</i>	Apis	234,78	9	A
<i>S. aureus</i>	Suro	150,67	9	B
<i>S. aureus</i>	Apis	0,00	9	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En *Pseudomonas aeruginosa* no hay una diferencia significativa en la sensibilidad entre los extractos etanólicos de Suro y Apis, sin embargo en *Staphylococcus aureus* se observa que es significativamente más sensible al extracto etanólico de Apis, ambos extractos obtenidos en la localidad de Porongo.

CONCLUSIONES

- *Staphylococcus aureus* tiene una mayor sensibilidad antimicrobiana a los propóleos que *Pseudomonas aeruginosa*
- El extracto etanólico de propóleo de Apis (*Apis mellifera*) es significativamente más eficiente que el extracto etanólico de propóleo de Suro (*Scaptotrigona postica*)

- Los extractos etanólicos de propóleo producido por Apis no es significativamente diferente entre las diferentes localidades (Portachuelo, Porongo y Vallegrande)

RECOMENDACIONES

Los ensayos de sensibilidad antimicrobiana fueron realizados con extractos etanólicos de propóleo preparados en el laboratorio a partir de muestras de las diferentes localidades. El aspecto y textura de los diferentes propóleos es muy diversa dependiendo de los vegetales de los que se han obtenido y la mezcla con ceras y otros materiales que usan las abejas para producirlo, por lo que las técnicas de extracción y purificación, así como las concentraciones que puedan obtenerse pueden variar. En este sentido se recomienda utilizar técnicas analíticas químicas para conocer la concentración y la composición química de las soluciones madres después de la purificación de cada una de las muestras. Otra recomendación es una vez conocida la concentración de los propóleos realizar nuevos ensayos para determinar si éstos son bactericidas o bacteriostáticos.

BIBLIOGRAFIA

- Bamkova V, Popo.V S, Marekov N.L. 1987.High performance liquid chromatographic analysis of flavonoides from propolis. J Chromatogr. ;242:135-143. Banskota A.H, Tezuka y Adnyana I.K, Ishii E, Midorikawa K, Matsushige K, Kadota S. 2001 Hepatoprotective and anti-helicobacter pylori activities of constituents from Brazillian propolis. Phytomedicine. ;8(1):16-23.
- García, L., J. Martínez, García, C., J.H., Gil y D. Durango. 2010. Caracterización Físicoquímica Actividad Antimicrobiana del Propóleos en el Municipio de la Unión (Antioquia Colombia). Rev. Fac.Nal.Agr. Medellín 63(1):5373-5383.
- García, M., R. Medina, P. Hidalgo, M. Delgado, E. Truffin y R. Gómez. 2007. Actividad in vitro del propóleos frente a patógenos bacterianos aislados de infecciones humanas. Latin American Journal of Pharmacy. 26 (1):100-2. Buenos Aires.
- Ghisalberti E.L. Propolis: a review. Bee world. 1979;60(2):59-84.
- Marcucci M.C. Propriedades biológicas e terapêuticas dos constituintes químicos da própolis. Quim.Nova. 1996;19(5):529-535.
- Marcucci M.C, Ferreres F, Garcia-Viguera C, Bankova V.S, Castro ., Dantas A.P, Valente, Paulino N. 2001Phenolic compounds from Brazillian propolis with phasmacological activities. J Ethnopharmacol. ;74:105-112.
- Martins R.S. 2002 Effect of commercial ethanol propolis extract on in vitro growth of Candida albicans collected from HIV - seropositive and HIV - seronegative Brazilian patients with oral candidiasis. J Oral Sci. ;44(1):41-48.
- Metzner J, Schneiwind E.M, Friederich 1977 E. Effect of propolis and pinocembrin on fungi. Pharmazie. ;32(11):730-732.
- Morales, A., R. Alaniz, B. Rosas, Aceves T., Contreras, M.J., M. Medina. 2008. Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de propóleos de apiarios de Jalisco contra Leisteria monocytogenes. Avances en la investigación científica en Cuba. Cuba
- Ortega, N., N. Benitez, F. Cabezas. 2011. Actividad antimicrobiana y composición cualitativa de propoleos provenientes de dos zonas climáticas del departamento de Cauca. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 1 (8-16)
- Park Y.K, Koo M.K, Ikegaki M, Contado J.L. 1997 Comparasion of the flavonoid aglycone contents of Apis mellifera propolis from various regions. Arq Biol Tecnol. ;40(1):97-106.
- Pereira A.S, Seixas F., Neto F. Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. Quim Nova. 2002;25(2):321-326.
- Tolozza, L. y E. Canizares. 2002. Obtención, caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de Campeche. Ars Pharmaceutica, 43:1-2; 187-204. Mexico.
- Navarro, R., M. Aguilera y F. Borques. BTA consultores. 2009. Resultado y lecciones en desarrollo de productos a base de propóleos. Fundación para la innovación agraria. Ministerio de Agricultura Chile.
-
-

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS Y PRODUCTIVIDAD DE DOS MODELOS DE SKIDDER EN LA EXTRACCIÓN DE MADERA EN TROZA EN LA AUTORIZACIÓN TRANSITORIA ESPECIAL “SAN PEDRO” EL CHORE, SANTA CRUZ BOLIVIA¹

FRANZ AGAPITO VALDEZ IRAHOLA²; ROBERTO QUEVEDO SOPEPI³.

RESUMEN. En la empresa Aserradero San Pedro SRL. Existe un vacío sobre el conocimiento de los estudios de tiempos y se le da muy poca importancia siendo uno de los generadores de indicadores productivos importantes en el proceso de la planificación forestal. El estudio tiene como objetivo determinar el rendimiento de dos diferentes modelos de skidder (CAT- 515 y CAT- 518), en tareas del aprovechamiento forestal, mediante la comparación de costos, tiempos y movimientos, con el fin de obtener índices de producción que permitan mejorar la misma operación. El método utilizado para la determinación de tiempos, fue el de Cordero (1989), citado por Toledo (2002) denominado “método continuo”, en este caso se observó el trabajo de las maquinas durante seis días. Para el análisis de la proyección de costos de arrastres se utilizó las planillas parametrizadas de ASDI (1998), para la determinación del costo ejecutado se tomó el pago de servicios y se incrementó los gastos en logística realizada por la empresa. Se comparó las medias de rendimientos de producción de los dos modelos de skidders (N° árboles/turno y m³/turno) usando el test F de la ANAVA al 5%. El CAT- 518 registró un 55,35% de tiempos programados productivos. La producción promedio fue 69,43 m³/día, arrastrando un total de 222 árboles. El consumo promedio de combustible fue de 14,75 litros/hora (ciclo). El CAT- 515 registró un 65,31% de tiempos programados productivos. La producción promedio fue 93,24 m³/día, arrastrando un total de 186 árboles. El consumo promedio de combustible fue de 16,98 litros/hora. Según el ANAVA, en la comparación de la producción de rodeo m³/turno y N° arboles/turno para los dos modelos de skidder CAT-515 y CAT-518, los valores *p* son mayores que los valores comparados al nivel de significación de 0,05, por lo tanto para ambos casos no existen diferencias significativas entre cada modelo de Skidder. En la determinación del costo se concluyó que es más barato el costo propio en un 25,61% que el costo por servicios ejecutado en la A.T.E. San Pedro, el chore.

Palabras Claves: Arrastre de madera, costos de arrastre, tiempos y rendimientos

COMPARISON OF THE COSTS AND PRODUCTIVITY OF TWO SKIDDER MODELS IN THE EXTRACTION OF WOOD IN TROZA IN THE SPECIAL TRANSITORY AUTHORIZATION “SAN PEDRO” EL CHORE, SANTA CRUZ BOLIVIA

ABSTRACT- In the company Aserradero San Pedro SRL. There is a gap in the knowledge of time studies and it is given little importance as one of the generators of important productive indicators in the process of forest planning. The study aims to determine the performance of two different skidder models (CAT-515 and CAT-518), in forest harvesting tasks, by comparing costs, times and movements, in order to obtain production rates that allow improve the same operation. The method used for the determination of times, was that of Cordero (1989), cited by Toledo (2002) called “continuous method”, in this case the work of the machines was observed for six days. For the analysis of the projection of trawling costs, the parametric forms of ASDI (1998) were used, for the determination of the cost executed, the payment of services was taken and the logistics expenses incurred by the company were increased. The average production yields of the two skidder models (No. of trees / shift and m³ / shift) were compared using the 5% ANAVA F test. CAT-518 recorded 55.35% of programmed productive times. The average production was 69.43 m³ / day, dragging a total of 222 trees. The average fuel consumption was 14.75 liters / hour (cycle). CAT-515 recorded 65.31% of programmed productive times. The average production was 93.24 m³ / day, dragging a total of 186 trees. The average fuel consumption was 16.98 liters / hour. According to the ANAVA, in the comparison of the production of rodeo m³ / shift and No. of trees / shift for the two skidder models CAT-515 and CAT-518, the *p*-values are greater than the values compared to the significance level of 0, 05, therefore for both cases there are no significant differences between each Skidder model. In determining the cost, it was concluded that the own cost is 25.61% cheaper than the cost for services executed in the A.T.E. San Pedro, the chore.

Keywords: Wood drag, drag costs, times and yields

¹ Sometido en 10 /8/2019. Aceptado para publicación el 01/10/2019. Tesis de grado Ingeniería Forestal 2015

² Ingeniero Forestal. Santa Cruz, Bolivia - email: franzagapitovaldez@gmail.com

³ Ingeniero Forestal, Msc. coautor estudio, Santa Cruz, Bolivia

INTRODUCCIÓN

La planificación es la función de mayor importancia para el aprovechamiento forestal, porque coloca todos los sistemas y métodos posibles juntos identificando y resolviendo los conflictos, reconociendo las restricciones y ordenando los recursos disponibles de forma anticipada a la ejecución de operaciones.

Lógicamente, la responsabilidad del técnico planificador depende de su participación en el proyecto. La racionalización operacional requiere una buena planificación del aprovechamiento forestal, es necesaria la supervisión y una rápida adaptación a las condiciones locales, el sistema de aprovechamiento que formula la optimización del aprovechamiento de las máquinas y equipamiento como también la materia prima. Es necesario decidir la intensidad de la explotación; por eso es importante dimensionar todas las máquinas y equipamiento forestal necesarios para que no se dé un estrangulamiento de los procesos de aprovechamiento forestal.

Existe un gran vacío en el país sobre el conocimiento de los estudios de tiempos y se le da muy poca importancia siendo uno de los generadores de parámetros importantes en el proceso de la planificación forestal, ya que es muy importante para la determinación de las proyecciones de los costos del aprovechamiento forestal.

Conforme a Cordero (1989), citado por Toledo (2002), el conocer sobre cómo se distribuye el tiempo programado de una máquina es importante para identificar problemas que puedan estar presentándose y que su solución pueda significar aumentos en la producción.

Las publicaciones sobre tiempos en movimientos en el aprovechamiento forestal se reduce a muy pocos trabajos, dentro del aprovechamiento industrial que más tuvo difusión en el medio fueron los de Jonsson y Alcalá (1997), que determinan tiempos de aprovechamiento.

El objetivo más claro que persiguen las industrias madereras es el mayor logro económico en el periodo de tiempo más corto posible. La extracción mecanizada y planificada permite aumentar los rendimientos en el aprovechamiento sin embargo estas operaciones deberán estar acompañadas de criterios técnicos, tales como una adecuada planificación, uso correcto de equipos, análisis de costos de operación, condiciones favorables de trabajo y una consciente protección a la vegetación restante para de esta forma lograr el equilibrio de los tres pilares económico, social y ecológico impuestos por la Ley Forestal.

La empresa Aserradero San Pedro está desarrollando un proceso de formación de un equipo de Manejo de Bosques, por lo que necesita conocer indicadores de buen Manejo de Bosques, Indicadores Productivos y Económicos.

Apud y Meyer (1999), describen qué la función de estas máquinas (skidder) es transportar fustes o trozas desde el bosque a las canchas. Por lo tanto, para que éstas puedan rendir de acuerdo a su capacidad, deben organizarse cuadrillas para el volteo, desrame y estrobo de los fustes, los que son trasladados a canchas de trozado, lugar en que son destrobados, trozados y arrumados, operación esta última que se hace manualmente o con la ayuda de trineumáticos que sirven de ordenadores.

De acuerdo a Chávez y Guillen (1997), los propósitos de hacer estudios de trabajo son: generar nuevos o mejores métodos para llevar a cabo una tarea, desarrollar los métodos ya existentes, y obtener información y conocimiento sobre el consumo de tiempo para mejorar las condiciones de trabajo.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos determinar el rendimiento de dos modelos de skidder en tiempos, producción, consumo de combustible y costos en la extracción de madera en troza en la unidad de manejo forestal San Pedro el Chore, determinar los rendimientos de N° árboles/turno, m³/turno y m³/hora en el arrastre de fustes para los dos modelos de skidder utilizados en San Pedro, determinar el consumo de diesel en litros por hora trabajada de los dos modelos de skidder utilizados en San Pedro, definir los movimientos y tiempos de producción de los dos modelos de skidder utilizados en San Pedro, definir y comparar los costos de producción ejecutados con maquinaria alquilada y con maquinaria propia y establecer si hay diferencia significativa en la productividad de rodeo de los dos modelos de skidder utilizados en San Pedro.

MATERIALES Y METODO

Materiales de campo

- Cronómetro.
- Cinta de 50 metros.
- Marcador con tinta indeleble.
- Cronometro.
- Equipo de seguridad como ser: (botines, casco, antiparras, etc.).
- Planillas de campo.
- Cinta flagging.
- Maquinaria (Skidder CAT 518, Skidder CAT 515).

Descripción de la maquinaria

- Características de los skidders CAT 518 y CAT 515

- Motor diesel CAT 3304, con turbo compresión, de demostrada calidad.
 - Servo transmisión de 4 velocidades, permite una mejor adaptación de la potencia del motor a las necesidades de arrastre.
 - Entrevía larga, para conseguir una mejor estabilidad cuando el garfio tiene grandes cargas y/o cuando el arrastre es en sentido de la pendiente.
 - Oscilación del soporte del eje delantero, en parte contribuye a mejorar la estabilidad del tractor equipado con garfios, además de proporcionar un desarrollo sin movimientos bruscos.
 - Frenos de disco en aceite herméticos, sellados, sin necesidad de ajuste, además de poseer la propiedad de ser muy duraderos.
 - Sistema hidráulico de detención de carga, sistema hidráulico de compensación de presión y de caudal variable, suministra un nivel reducido de potencia cuando no hay demanda hidráulica, lo que reduce de forma significativa la generación de calor.
 - Cabina con visibilidad superior, ubicación lógica de los controles y reducción de esfuerzos para operar los controles hidráulicos, de dirección y transmisión, mientras que la estructura ROPS (estructura protectora de volcamiento), cumple los reglamentos de la OSHA (Occupational safety And health administrative), relativos a vuelcos y objetos que puedan impactarle.
 - Facilidad de servicio, los requisitos diarios son mínimos, las conexiones de engrase están agrupadas y son de fácil acceso, las mirillas del aceite hidráulico, la varilla de medición de aceite de motor y la tapa de depósito de combustible son fácilmente accesibles.
- Características principales**
- Equipo estándar.
 - Techo ROPS. Guía cable del malacate, con cuatro rodillos y parachoques trasero en la máquina de cable. Hoja topadora hidráulica. Diferencial No SPIN (delante y atrás). Plancha de tres piezas, empernadas al bastidor principal. Neumáticos (LS-2) con fajas de banda de acero. Guarda abisagrada del ventilador. Asiento ajustable. Cinturón de seguridad. Extintor de incendios. Caja de herramientas. Cables de lanzadores de troncos. Luz del tablero. Freno de estacionamiento. Palanca de transmisión. Alternador de 35 A. Silenciador. Filtro de aire de tipo seco con ante filtro. Ventilador soplador. Bocina eléctrica. Horómetro eléctrico. Bocina de advertencia de baja presión de aire. Bomba cebadora de combustible. Interruptor eléctrico. Rejillas protectoras contra maleza, (Cuadro 1).

- Tren de fuerza de gran fortaleza, con motor diesel Caterpillar, de 108 kw, 145 HP para el CAT- 518 y 118 kw, 159 HP para el CAT- 515 en el volante, probado en el trabajo. El turbo alimentador elimina la necesidad de un parachispas.
- Dirección de bastidores articulados y oscilantes, con excelente maniobrabilidad a alta velocidad, operación estable y suavidad de marcha.
- Freno de disco y horquilla en las cuatro ruedas y en el eje impulsador que resisten la pérdida de eficiencia, son autoajustables y proporcionan una operación con menos calor.
- Fácil servicio, no se requiere lubricación diaria. Se gira una válvula para vaciar el cárter desde un lado.

Cuadro 1. Principales características de los dos skidders utilizados en el arrastre

MODELO	CAT - 515		CAT - 518	
	118 kw	159 HP	108Kw	145 HP
Peso en orden de trabajo	13100 kg	(28886.0 lb)	11520 kg	25397 lb
Modelo de motor	3304 DIT		3304	
RPM nominales del motor	2200		2200	
Nº de cilindros	4		4	
Cilindrada	7.0 L	425 plg ³	7.0 L	425 plg ³
Tipos de oscilacion	soporte de eje delantero		soporte de eje delantero	
Grados de oscilacion			14°	
Neumaticos standart optativos	23,1 - 26		23,1-26	
			28,1-26	
			24,5-2	
			30,5-32	
Diametro de giro (rueda exterior casera)			11,23 m	36'10"
Traccion del cable del cabrestante de servicio Pesado max. Al par limite con tambor vacio	13331 kg	29390 lb	15876 kg	35000 lb
Velocidad del cable a las R.P.M. nominal del motor con el tambor lleno	153 m/min		85 m/min	278 rpm
Peso del cabrestante			408 kg	900 lb
Capacidad del tambor:				
Estandar 5/8 (16mm)	86 m	282 ft	96 m	315"
Optativo 3/4 (19mm)	61 m	199 ft		
Diametro de pestaña	495 mm	19,5 in	495 mm	19,5"
Ancho del tambor	200 mm	7,9 in	200mm	7,88"
Diametro del tambor	304,8 mm	12 in	255 mm	10"
Capacidad del tanque de combustible	185 L	49 gal EEUU.	220 l	58 gal EEUU.
Capacidad del sist. Hidraulico	49 L	12,9 gal EEUU.	28 L	18,5 gal EEUU.
Dimensiones Generales				
Longitud con hoja topadora	6,18 m	243,3"	5,97 m	19'7"
Distancia entre ejes	3,3 m	129,9"	3,25 m	10'8"
Ancho incluyendo los neumaticos	2,72 m	107,2"	2,69 m	8'9,8"
Altura incluyendo ROPS	3,05m		2,93 m	9'7,2"
Altura incluyendo tubo vertical de escape	3,07 m	121,0"	2,95 m	9'8,3"
Espacio libre sobre el suelo	457,5 mm	18,0"	564 mm	22'2"
Ancho de rodadura	2,1 m	82,7"	2,1 m	6'10,7"
Ancho de la hoja topadora	2,15 m	85,0"	2,16 m	7'1"

Fuente: parts manual is an paperback, publisher Caterpillar (august 22, 1997).

Guía del factor carga

Alta: Trabajo de producción de ciclos largos y/o implementos de flujo constante, para arrastrar cargas de más de

6800 kg. (15000 lb.), con pendientes pronunciadas (más de 10%), con alta resistencia al arrastre.

Media: Trabajo general de ciclos normales con aplicaciones medianas, para arrastrar cargas de hasta 6800 kg (15000 lb.), en terrenos de pendiente moderada (5-10%), con una resistencia media al arrastre.

Baja: Trabajo de obras públicas con ciclos intermitentes en aplicaciones entre ligeras y medianas, para arrastrar cargas de menos de 4500 kg (10000), en terreno plano (0-5%), con baja resistencia al arrastre (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo de combustible según el peso y grado de pendiente

Modelo de Skidder	Bajo	Media	Alto
	Litros	Litros	Litros
CAT-515	8-12	12-16	16-20
CAT-518	7½-11	11-15	15-19

Descripción general del área de estudio

Ubicación

La unidad de manejo tiene una Superficie total de 17375 ha de las cuales 14916 ha, corresponden al bosque de producción forestal y 2459 ha a protección.

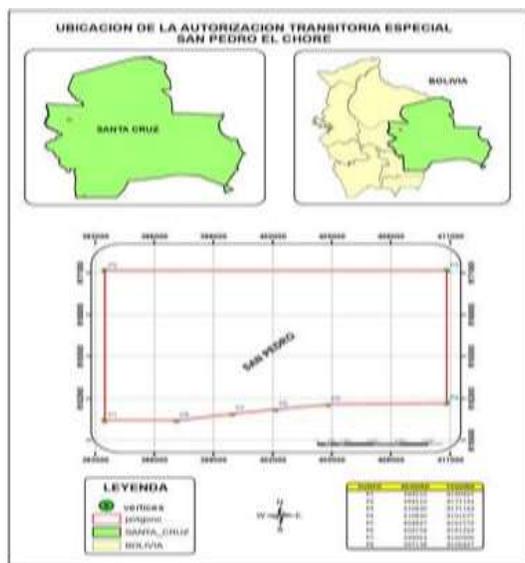


Figura 1. Ubicación UTM A.T.E. “San Pedro”

El área de la A.T.E., se encuentra localizada dentro de la jurisdicción Municipal de Santa Rosa del Sara, del Departamento de Santa Cruz, se encuentra circunscrita dentro de la reserva forestal de producción “EL CHORE”, a 80 Km de la población de Santa Rosa. La A.T.E. limita al Norte, con el área de Reserva Forestal Municipal, otorgados a Asociaciones Sociales

de Lugar, más específicamente con la ASL Los tajibos, al Sur con el Sindicato 2 de agosto, San Andrés, Tajibo y Propiedad La Milagrosa al este, con la Propiedad Santa Martha y al Oeste con el curso natural del río Palacios, donde sus coordenadas son según el (cuadro 3).

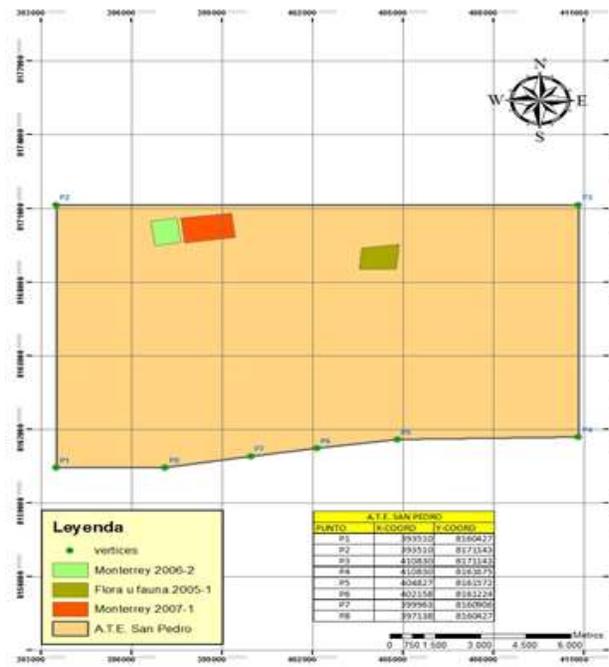


Figura 2. Ubicación de las tres AAA en la A.T.E. “San Pedro, El Chore”

Zona de estudio, área Flora y Fauna, 2005-1

Esta zona se encuentra dentro de la A.T.E. “San Pedro, El Chore” y tiene una superficie de 115,43 ha, ubicada según (Figura 2), la AAA está dividida en 4 unidades de rodeo y sus caminos de rodeo se pueden observar en (Anexo 1).

Zona de estudio, área Monterrey, 2006-2

Esta zona se encuentra dentro de la A.T.E. “San Pedro El Chore” y tiene una superficie de 87,4 ha, ubicada según (Figura 2), su distribución de árboles y diseño de caminos se observan en (Anexo 2).

Zona de estudio, área Monterrey, 2007-1

Esta zona se encuentra dentro de la A.T.E. “San Pedro El Chore” y tiene una superficie de 167,86 ha, ubicada según (Figura 2), esta AAA se dividió en cuatro unidades de rodeo como se observa en (Anexo 3).

Vías de Acceso

El acceso a la concesión se realiza por vía terrestre, siguiéndola carretera Santa Cruz, Montero, Portachuelo, Santa

Rosa del Sara, Los Andes y la Concesión. El camino desde Santa Cruz hasta el Km. 75 de la carretera al norte es asfaltado, desde este punto hasta la comunidad Los Andes el camino es asfaltado y desde Los Andes hasta la Concesión es de tierra, o sea que es accesible casi en todo el año, salvo en épocas de mucha lluvia, especialmente desde Los Andes hasta la Concesión. La distancia aproximada desde Santa Cruz a la concesión es de 190 km Aproximadamente.

Cobertura y uso actual del suelo

El área sujeta a la concesión se encuentra cubierta de bosques en un 80 %, los curichis ríos y otros cuerpos de agua en un 14,2 %. Desde varios años atrás el bosque ha sido sometido a una exploración selectiva, extrayéndose principalmente mara y Cedro de acuerdo con la anterior legislación forestal. Actualmente la empresa solo está realizando la extracción de especies blandas como el Ochoo, Bibosi, Yesquero negro y otras.

Basándose en la metodología del trabajo, se han podido identificar los siguientes tipos de bosques y cobertura vegetal de la zona de estudio, según el Cuadro 4.

Cuadro 3. Estratificación de San Pedro el Chore

Dscripcion	Sup (ha)	%
Bosque alto denso	6395	37
Bosque mediano denso	8799	51
Bosque bajo ralo	1812	10
Bosque ribereño mediano	209	1
lagunas y curichis	159	1
Total	17375	100

Topografía

La concesión, presenta una topografía plana, con problemas de drenaje natural, por inundaciones estacionales en las épocas de lluvias. Por el oeste de la concesión se encuentra el río Palacios que es navegable especialmente en época de lluvias, por el centro y norte está cubierto de zonas bajas anegadizas, que dificultan la construcción de caminos para la extracción forestal. La altitud oscila entre los 200 a 220 m.s.n.m.

Suelos

La geomorfología que presenta la A.T.E. de acuerdo a L Holdridge (1967), se encuentra dentro de la llanura Chaco Beniana, que al mismo tiempo está dentro de la formación geológica del escudo chiquitano. Los suelos son del tipo aluvial sedimentarios, de textura pesada y compacta de PH alcalino y de baja fertilidad, debido al deficiente drenaje que presenta, son poco profundos, existen zonas bajas donde los suelos son anegadizos formando sartenejales a lo largo de los ríos, arroyos y curichis.

Clima

Como no existen datos meteorológicas en la A.T.E. forestal, fueron utilizadas de la estación más cercana, la estación **San Pedro** ubicada en la Provincia Obispo Santiesteban, aproximadamente a 50 Km, la misma que presenta una precipitación media anual de 1832 mm. y una temperatura media anual de 30,7°C, los vientos por información de los pobladores de la zona son predominantes del norte y sur, y son más frecuentes en los meses de julio a octubre. Según estos datos se puede observar que la estación seca comienza en julio y se extiende hasta el mes de noviembre, de igual manera se observa que la estación lluviosa comienza desde Diciembre y se prolonga hasta junio, como lo demuestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Distribución de temperaturas y precipitaciones en el año en la Provincia Obispo Santiesteban

Parametro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep	Oct.	Nov.	Dic.	Total
PP media (mm)	270,6	245	150,7	104,9	160,4	102,5	26,1	109	99,7	126,8	151	286,1	1832,8
T media (°C)	31,3	31,8	32	32	30,1	28,9	27	28,6	30,4	32,5	31,8	31,5	30,7

Presenta una época de condición muy húmeda en los meses de octubre a abril, mientras que en los meses de junio, julio y agosto, son de época seca, época donde se planifica la extracción forestal. La época más seca está asociada a fuertes vientos provenientes del sur, conocidos como surazos, que muchas veces origina resfriados a la población aledaña a la concesión.

Zonas ecológicas de vida

Según el Mapa Ecológico de Bolivia (MACA 1975) y a la clasificación de zonas de vida de L. HOLDRIDGE, se define que el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida de transición, de bosque húmedo sub. Tropical (bh-ST) a bosque húmedo tropical (bh-T).

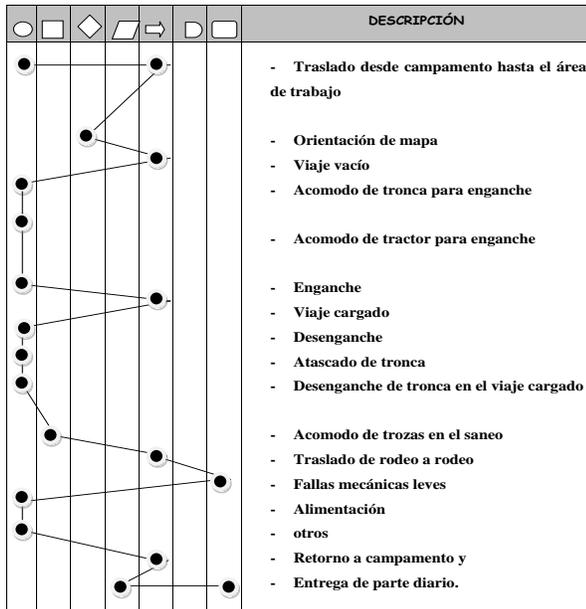
Hidrografía

La A.T.E. se encuentra limitada al oeste por el río Palacios, y el río Pirai por la parte nor-este, por el centro por el Arroyo Palo Santo y San Pedro, los cuales son de tipo estacional. El sistema hídrico que corresponde a la concesión y su zona de influencia está estructurado por las afluentes de los ríos Palacios y Piray, de igual manera se tiene una considerable superficie de zonas bajas e anegadizas, que forman curichis y áreas inaccesibles en gran parte del año. El escurrimiento del agua superficial se realiza a través de arroyos que constituyen el drenaje natural distribuidos en toda el área en la mayoría con dirección sur a norte, los mismos que drenan sus aguas hacia los ríos Palacios y Piray.

Flujograma de movimientos por rodeo

Se ha definido los siguientes movimientos del proceso de rodeo de troncas, según la figura 3

Figura 3. Flujograma de Rodeo de Troncas en San Pedro



Determinación de rendimientos de producción

- Rendimientos por tipo de máquina y zona de producción

Se hizo un seguimiento de todos los arboles rodeados en la A.T.E. San Pedro, en cada zona de producción de madera en tronca, se hizo un seguimiento por máquina que participo en este proceso de arrastre, los que participaron fueron los siguientes:

Prestador de servicio	Tipo de Maquinaria
MIB-SF	Caterpillar-515
MIB-SF	Caterpillar-518

- Para determinar el rendimiento por maquina se realizó los siguientes análisis:
 - Número de árboles cortados por zona.
 - Número de árboles rodeados por zona.

Este análisis comparativo permitirá determinar los indicios de mermas entre los procesos productivos de corte y rodeo.

Mediciones de tiempos

La medición de tiempos se realizó através del método continuo de un ciclo completo de la operación de arrastre en el cual se observa y registran los tiempos y movimientos realizados

en el arrastre en una Planilla de registros, (ver en Anexo 4), se tomó en cuenta los siguientes movimientos:

Caso: Rodeo de una tronca

De acuerdo a PUMA fondo ambiental, manual de arrastre de fustes (2011).

- Viaje vacío: Se inicia cuando el skidder sale del rodeo rumbo a un árbol determinado (el guía de skidder cumple la función de indicar al operador la ubicación del árbol) y termina cuando el operador se dispone a realizar maniobras ya sea el caso de acomodo de la tronca o acomodo del tractor.
- Acomodo de la tronca: En este caso el ayudante realiza las operaciones de limpieza necesarias con el fin de que no surjan inconvenientes a la hora del enganche de la tronca.
- Acomodo del tractor para enganche: Puede realizarse ya sea después del acomodo de la tronca o si no lo precisa simplemente se posiciona para el enganche.
- Enganche de la tronca: En este proceso, el ayudante de skidder procede a enganchar un extremo de la tronca mediante un cable metálico procedente del guinche del tractor.
- Viaje cargado: En esta fase la tronca es arrastrada por el skidder hacia el rodeo.
- Desenganche de la tronca: consiste en liberar la tronca del cable y la persona que realiza esta función puede ser cualquiera, ya sea uno de los saneadores o el mismo operador en el peor de los casos.
- Acomodo de troncas en rodeo: Luego del desenganche de la tronca el skidder procede a su acomodo en el rodeo, esto con el fin de agilizar el saneo y el arrastre.

Caso: Rodeo de dos troncas

El hecho de rodear dos troncas diferencia este caso del anterior en las siguientes etapas:

- En el viaje vacío, el tractor se dirige hacia la primera tronca, misma que es acomodada para el enganche. Acto seguido se dirige hacia la segunda tronca en donde realiza las mismas operaciones especificadas en el CASO I hasta llegar a la primera tronca, donde desengancha la segunda tronca sobre la mencionada. Los ayudantes de Skidder proceden a enganchar las dos troncas, las que llegarán hasta el rodeo donde serán desenganchadas y acomodadas.

- **Horas totales de trabajo**

Vienen a ser la suma total de los tiempos productivos, tiempos improductivos programados justificados, tiempos improductivos no programados justificados, tiempos no programados injustificados.

Medición de las distancias recorridas

Se midió la distancia recorrida por la máquina durante cada ciclo del rodeo, mediante la medición con una wincha métrica, desde el patio de acopio hasta los tocones de cada árbol arrastrado.

Velocidad de arrastre

Con los datos de distancia y tiempo se determina la velocidad del skidder tanto vacío como cargado con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Dónde:

V = Velocidad.

d = Distancia.

t = Tiempo.

Consumo de combustible

Para la obtención de este dato se utilizó los partes diarios de cada máquina, Se obtuvo los rendimientos en litros/árbol dividiendo litros consumidos por arboles rodeados. Los rendimientos en litros/m³ se obtuvo dividiendo litros consumidos entre los metros cúbicos rodeados; y los litros/hora, se obtuvo dividiendo litros consumidos entre las horas trabajadas.

Determinación de volúmenes de la madera en tronca

Para determinar el volumen, se midió el fuste comercial total, tomando en cuenta tanto el diámetro superior como inferior, cada diámetro fue medido en forma de cruz del cual se sacó un promedio. El volumen se obtuvo con la siguiente fórmula de Smalian.

$$V = \frac{\pi}{4} * \frac{(D_1 + D_2)}{2} * L$$

π = 3.1416

V = Volumen (m³)

D₁ = Diámetro menor (m)

D₂ = Diámetro mayor (m)

L = Largo (m)

Determinación de costos

Se determinaron los costos para los skidder cat-515 y cat-518, de la empresa MIB-SF, debido a que estas maquinarias trabajaron de forma permanente en la zona.

Los costos de producción de rodeo se determinaron mediante datos de campo, tanto de tiempos, movimientos y producción de cada máquina.

a) ESTRUCTURA DE COSTOS DE ARRASTRE

Para el cálculo de costo se consideró¹ la metodología presentada por consultores de ASDI ²(1998), Programa de rentabilidad, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Datos básicos

- Costos de inversión (CI) en US\$: Se considera necesario que este cálculo de costos debe contemplar el valor de inversión de los skidders.
- Valor residual (% de CI): Se considera un 15% del valor de inversión (según aconseja el programa).
- Vida útil (horas productivas): Se consideró las horas totales de vida útil con la cuales la máquina es ofertada al mercado, es decir dentro de las 10000 horas.
- Días de operación por año: Para el análisis de los costos se consideró el número de días trabajados/máquina, tomando en cuenta 6 días hábiles por semana, exceptuando los feriados y los días parados por fallas mecánicas o por factor climáticos.
- Horas de operación por día: Este cálculo se basó en relación a las 8 horas programadas.
- Tiempo productivo (% de horas de operación) (ph): Este dato fue calculado en base a la relación siguiente:
 Tiempo programado de trabajo (8 horas) -----100%
 Tiempo efectivo de trabajo (? Horas) -----X %
 X = % de tiempo durante el cual el skidder trabaja efectivamente.
- Tasa de mantenimiento (% de CI): Se considera un 50% durante la vida útil de los skidder, la cual incluye llantas, cable, ganchos, filtros y asistencia mecánica, recomendado por el programa de rentabilidad ASDI
- Tasa de interés anual: Se utilizó para este cálculo una tasa de interés del 15 %, porque así lo recomienda el programa de rentabilidad ASDI
- Seguro US\$ / año: La empresa no consideró necesario estos gastos por lo que no fueron tomados en cuenta para los cálculos.

b) Costos calculados

¹ Tipo de cambio de la moneda al mes de diciembre año 2014, 6,97Bs/US\$

² Agencia sueca para el desarrollo internacional

En relación a los datos básicos se calculan los siguientes costos:

- **Costos de capital:** El costo de capital está formado por:
- **Costo de depreciación o costo de amortización**

El cálculo para la depreciación horaria, se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$D/h = \frac{(CI - VR * \frac{CI}{100})}{Vida Util}$$

Dónde:

D/h = Depreciación en US\$/hora.

CI = Costo de inversión.

VR = Valor residual (15%).

Vida útil = 10000, vida útil económica en horas.

El cálculo del valor depreciación para un año se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$D = \frac{D/h * D.op/año * Hr.op/día * TP\%}{100}$$

Dónde:

D = Depreciación anual en US\$/año.

D/h = Depreciación por hora.

Días de op./año = Los días que trabaja la maquina en el año (los skidder solo trabaja en época seca)

Horas de operación/día = Las horas programadas de trabajo pueden ser ocho o diez

Tiempo productivo = Es el porcentaje del tiempo efectivo trabajado en el día,

- **Costos de interés**

El cálculo de costo para el interés por hora se calculó bajo la fórmula siguiente:

$$I = \frac{(CI/2 + CI * VR/2/100) * TIA}{D.op/año * Hr.op/día * TP\%}$$

Dónde:

I = Interés.

CI = Costo de inversión.

VR = Valor residual, (15%).

Tasa de interés anual = 15%

Días de operación/año. = Los días que trabaja la maquina en el año (los skidder solo trabaja en época seca)

Horas de operación/día = Las horas programadas de trabajo pueden ser ocho o diez

Tiempo productivo = Es el porcentaje del tiempo efectivo trabajado en el día.

- El cálculo de interés anual se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{I/h * D.op/año * Hr.op/día * TP\%}{100}$$

Dónde:

I = Interés.

I/h = Interés/hora.

Días de operación/año = Los días que trabaja la maquina en el año (los skidder solo trabaja en época seca)

Horas de operación/día = Las horas programadas de trabajo pueden ser ocho o diez

Tiempo productivo = Es el porcentaje del tiempo efectivo trabajado en el día.

- **Costo de operación**

Se forma por los siguientes costos:

- **Costo de mantenimiento por hora**

Este costo se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$M/h = (CI * Tasa de Mantenimiento/100) * Vida Util$$

Dónde:

M/h = Mantenimiento por hora.

CI = Costo de inversión (240000 US\$).

Tasa de mantenimiento = Porcentaje de tasa de mantenimiento (50%).

Vida útil = Vida económica útil (10000 horas máquina).

El costo de mantenimiento anual se ha calculado de la siguiente manera:

$$M = \frac{M/h * D.op/año * Hr.op/día * TP\%}{100}$$

Dónde:

M = Mantenimiento por año (US\$/año).

M/hora = Mantenimiento por hora (US\$/hora).

Días de operación/año = Los días que trabaja la maquina en el año (los skidder solo trabaja en época seca)

Horas de operación/día = Las horas programadas de trabajo pueden ser ocho o diez

Tiempo productivo = Es el porcentaje del tiempo efectivo trabajado en el día.

Costo de combustibles y lubricantes por hora

Se refiere al costo por hora del consumo de diesel, aceites, filtro, grasas. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Comb. Lubric./h} = \text{Comb. (l/h)} * \text{Comb. (US$/l)} + \text{AcNor. (l/h)} * \text{AcNor. (US$/l)} + \text{AcHid. (l/h)} * \text{AcHid. (US$/l)} + \text{AcCaj. (l/h)} * \text{AcCaj. (US$/l)} + \text{AcCor. (l/h)} * \text{AcCor. (US$/l)}$$

$$\text{Gras. (kg/h)} * \text{Gras. (US$/kg)} + \text{FiltAr/250} + \text{FiltDie/500}$$

Dónde:

Comb. (l/ph) = Consumo de combustible (13.53 litros por hora).

Combustibles= Consumo de combustible (US\$/ litro).

Aceite de motor = Consumo de aceite normal (litros/ hora).

Aceite motor = Consumo de aceite normal (US\$/ litro).

Aceite Hidráulico = Consumo de aceite hidráulico (litros/hora).

Aceite Hidráulico= Consumo de aceite hidráulico (US\$/ litro).

Aceite de Caja = Consumo de aceite para caja (litros/hora).

Aceite de Caja= Consumo de aceite para caja (US\$/ litro).

Aceite de Corona= Consumo de aceite de corona (litros/hora).

Aceite de Corona = Consumo de aceite de corona (US\$/ litro).

Grasas= Consumo de grasa (kilogramos por hora).

Grasas= Consumo de grasa (US\$/ kilogramo).

Filtros Aceites/250 = Cambio de filtro de aceite cada 250 horas (US\$/ hora)..

Filtros Diesel/500 = Cambio de Filtro de diesel cada 500 horas(US\$/ hora).

- **Costo de combustibles y lubricantes anual**

Se refiere al costo horario anual del consumo de diesel, aceites, filtro, grasas. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Combustibles y Lubricantes} = (\text{Combustibles y Lubricantes/h}) * \text{Días de operación/año} / \text{Horas de operación/Día} * \text{Tiempo productivo} * 100$$

Dónde:

Combustible y Lubricantes = Consumo de combustible y lubricantes en US\$/año.

Combustibles y Lubricantes/ph = Consumo de combustible y lubricantes US\$/hora.

Días de operación/año = Los días que trabaja la maquina en el año (los skidder solo trabaja en época ceca)

Horas de operación/día = Las horas programadas de trabajo pueden ser ocho o diez

Tiempo productivo = Es el porcentaje del tiempo efectivo trabajado en el día.

- **Costo total de maquinaria**

En la estructura de costos, el costo horario de la máquina/año se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total de maquinaria} = \text{Costo Cap. /hora} + \text{Seguro}$$

Dónde:

Costo total de maquinaria = En US\$ por año.

Seguro = Costo horario del seguro (US\$ /por hora).

Costo Cap/hora = Costo horario del capital (US\$/hora).

Costo de mano de obra

Para este caso se consideró el número de total de días trabajados, dentro de cada sueldo están incluidos sus beneficios sociales (aguinaldos y finiquitos 16.66%), cargas sociales (caja nacional; pro vivienda; AFP, Bono solidario = 16,71%).

El costo de mano de obra horaria se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{C.M.O.} = \text{S.Op/año} + \text{S.Ay/año} * \# \text{Ay} + \text{Vía}$$

Dónde:

C.M.O. = Costo de mano de obra en US\$/año.

S.Op/año = Costo mano de obra, éste es el valor horario está directamente ligado al sueldo del operador

S.Ay/año = Costo mano de obra, éste es el valor horario está directamente ligado al sueldos de ayudantes y guías de skidder.

#Ay = Número de ayudantes.

Vía = Viáticos por año de producción.

- **Costo total**

Este costo anual se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Anual} = \text{C.M.} + \text{C.M.O.}$$

Dónde:

C.M. = Costo horario de la maquinaria (US\$/año).

C.M.O. = Costo horario de la mano de obra (US\$/año).

c) Cálculo de productividad

I. Datos básicos

Estos datos son promedios, considerados en base a los ciclos de arrastre que realiza el skidder.

- **Distancia promedio (m)**

Es la medición de la distancia recorrida por el skidder desde el rodeo hasta los árboles que eran arrastrados.

- **Carga promedio (m3)**

Se refiere al volumen promedio de arrastre en cada ciclo o fase del rodeo.

- **Tiempo para cargar (amarre minutos/viaje)**

Es el tiempo promedio durante el amarre de la(s) tronca(s).

- **Velocidad (metros/minutos)**

- Con carga, es la velocidad promedio del skidder en el viaje de retorno a rodeo (viaje cargado).

- Sin carga, es la velocidad promedio del skidder desde rodeo hasta las troncas.
- Tiempos de desamarre (minutos/viaje)

Es el tiempo promedio que se emplea en el desenganche ya sea en rodeo o para el enganche de la segunda tronca.

d) Productividad

Los parámetros considerados fueron calculados mediante las siguientes fórmulas:

- Tiempo efectivo del ciclo = (distancia/velocidad+distancia/velocidad sin carga + tiempo de amarre + desamarre).
- # de viajes/hora = 60/tiempo del ciclo
- m³/hora = # de viajes por hora*carga promedio.
- m³/día = m³/hora* horas de operación por día* tiempo productivo/100.
- m³/año = m³/día*días de operación.

Análisis estadístico

Prueba de Normalidad.

Para la Prueba de normalidad, se planteó la siguiente hipótesis:

- H₀**= los datos tienen distribución normal.
- H_a**= los datos no tienen distribución normal.

Para la validación de los supuestos de normalidad de la población se sometió los datos de rendimientos (árboles/turno, m³/turno) a la gráfica del Q-Q plot y para confirmar se utilizó la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks.

Análisis de Varianza (ANAVA) usando la Prueba de F.

Mediante el infostat versión (2008), Se comparó las medias de rendimientos de producción de los dos modelos de skidders (árbol/turno y m³/turno) usando la prueba de F de la ANAVA para esto se planteó la siguiente Hipótesis:

$$H_0: U_1 = U_2$$

$$H_1: \text{al menos uno no es igual}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros principales de la zona muestreada

- **Abundancia de los árboles cortados por zona**

El estudio se realizó en tres zonas o AAA³, en un bosque húmedo subtropical con abundancia en volumen y número de árboles cortados descritos en el cuadro 5.

El área de Monterrey 2006-2 presenta mayores abundancias tiene 2,44 árboles/hectarea y en volumen de 9,01 m³/hectarea,

además es la zona más pequeña en superficie y presenta una media de las 4 unidades de aprovechamiento de 21,85 hectareas. Estos son factores que definen la menor distancias de arrastre y mayor rendimiento productivo del skidder.

Cuadro 5. Número de árboles cortados, tamaño de AAA y unidades de corte en la A.T.E. forestal San Pedro – El Chore

AAA	volumen, número y densidad de árboles cortados						
	sup (ha)	Nº Unidades	árboles total	volumen (m ³)	arb/ha	m ³ /ha	ha/unidad
Flora y Fauna 2005-1	115,43	4	106	377,83	0,92	3,27	28,86
Monterrey 2006-2	87,4	4	213	787,26	2,44	9,01	21,85
Monterrey 2007-1	167,86	4	336	1.288,11	2,00	7,67	41,97
Total	370,69	12	655	2.453,20	1,77	6,62	30,89

Fuente: datos de campo

- **Abundancia de los árboles rodeados por zona**

El análisis de árboles rodeados por zona determina la cantidad que se perdió de la actividad desde la actividad de corte, donde se tiene variación de número, abundancia y volumen, según el Cuadro 6.

Cuadro 6. Número de árboles, tamaño de unidades y volumen de los árboles rodeados

AAA	Volumen, número y densidad de árboles rodeados			
	Nº árboles	Volumen (m ³)	arb/ha	m ³ /ha
Flora y Fauna 2005-1	100	356,45	0,87	3,09
Monterrey 2006-2	198	731,82	2,27	8,37
Monterrey 2007-1	308	1.180,77	1,83	7,03
Total	606	2.269,04	1,63	6,12

Fuente: datos de campo

Comparando la cantidad de árboles cortados del Cuadro 5 y los árboles rodeados del Cuadro 6 se perdieron por diversos factores 49 árboles. En la zona donde más se perdió madera es Monterrey 2007-1 haciendo un total de 26 árboles. Su abundancia total bajó de árboles cortados del cuadro 1 de 1,77 arb/ha a los árboles rodeados según el cuadro 2 a 1,63 arb/ha.

- **Árboles rodeados por tipo de máquina en cada zona y unidad de producción**

El análisis de rendimientos se realizó para las tres maquinarias que prestaron servicios de arrastre de troncas para la empresa San Pedro (las 2 maquinarias evaluadas en este estudio más una maquinaria adicional), realizando un seguimiento total de las máquinas

La empresa diseñó un plan de rodeo donde cada máquina arrastra una unidad de corte, esto no se pudo cumplir

³Áreas Anuales de Aprovechamiento

debido a los siguientes problemas:

- No hubo un contrato directo de empresa con los supuestos⁴ dueños de las tierras.
- Las unidades se formaron en dos parcelas diferentes, como no había un acuerdo algunos paraban las actividades según ellos por desconocimiento, eso ocasiono que arrastren en una unidad entre dos o más skidders.

Como se observa en el cuadro 7, donde se muestra un aprovechamiento desordenado:

Cuadro 7. Árboles rodeados por tipo de máquina y unidad de trabajo en San Pedro-Chore

Skidder	AAA	Unidad de Trabajo	Arboles cortados	superficie (ha)	Arboles rodeados	Volumen rodeado (m³)	arb/ha	m³/ha
CAT-515	Flora y Fauna 2005-1	R-AE-1	42	27,72	41	137,64	1,48	4,97
		R-AE-2	7	33,26	7	27,41	0,21	0,82
		R-BE-2	23	30,74	21	65,37	0,68	2,13
	Monterrey 2006-2	R-AE-2006-2	36	26,89	8	35,51	0,30	1,32
		R-AEA-2006-2	64	14,53	1	7,98	0,07	0,55
		R-BE-2006-2	37	27,54	13	58,08	0,47	2,11
		R-BEA-2006-2	76	18,44	76	314,55	4,12	17,06
	Monterrey 2007-1	R-AE-5	106	42,55	14	54,25	0,33	1,27
		R-BE-5	93	42,22	11	45,1	0,26	1,07
	Totales			484	263,89	192	745,89	
Promedios						0,73	2,83	
CAT-518	Fauna 2005-1	R-BE-1	34	23,71	31	126,03	1,31	5,32
		R-AE-2006-2	36	26,89	1	5,65	0,04	0,21
	Monterrey 2006-2	R-BE-2006-2	37	27,54	23	69,88	0,84	2,54
		R-BE-10	74	41,86	63	248,88	1,51	5,95
	Monterrey 2007-1	R-AE-5	106	42,55	66	237,85	1,55	5,59
		R-BE-5	93	42,22	32	144,83	0,76	3,43
Totales			380	204,77	216	833,12		
Promedios						1,05	4,07	
CAT-518 (J.C.) (maquinaria adicional)	Monterrey 2006-2	R-AE-2006-2	36	26,89	17	51,5	0,63	1,92
		R-AEA-2006-2	64	14,53	59	188,67	4,06	12,98
	Monterrey 2007-1	R-AE-5	106	42,55	17	55,67	0,40	1,31
		R-AE-10	63	41,23	61	223,45	1,48	5,42
	R-BE-5	93	42,22	44	170,74	1,04	4,04	
Totales			362	167,42	198	690,03		
Promedios						1,18	4,12	

Fuente: datos de campo

La zona con menor distancia de arrastre aparente es la zona de Monterrey 2006-2 que cuenta con una superficie de 87,4 has y sus 4 unidades con 21,85 has cada una respectivamente de acuerdo a la media, puesto que esta zona presenta menor superficie así como sus unidades con respecto a las otras zonas, esto limita las distancias de arrastre y también presenta mayor abundancia (2,27 árboles/hectárea), también presenta un volumen por hectárea (8,37m³/hectárea). La zona donde se presenta mayor distancia de arrastre es la zona de monterrey 2007-1, debido a que su superficie de la AAA es de 167,86 has y

la superficie de sus 4 unidades de aprovechamiento es de 41,97 has cada una de acuerdo a la media.

Abundancia relativa de las especies rodeadas

En la zona se ha rodeado diferentes especies las mismas están detalladas en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Especies, numero, volumen y abundancia relativa de las especies rodeadas en San Pedro

Nombre común	Nombre científico	Nº Árboles	Volumen m³	m³/árbol	% de abundancia de árboles	% de abundancia en volumen
Aguai	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronq. Subsp.	3	8,82	2,94	0,50	0,39
Amargo	<i>Simarouba amara</i> Aublet	2	11,10	5,55	0,33	0,49
Bibosi	<i>Ficus</i> sp.	12	95,76	7,98	1,98	4,22
Carné de vaca	<i>Combretum leprosum</i> C. Martius	264	638,88	2,42	43,56	28,16
Copaibo	<i>Copaifera</i> sp.	1	4,00	4	0,17	0,18
Coquino	<i>Pouteria</i> sp.	2	6,78	3,39	0,33	0,30
Guayabochi	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook f. ex Schumann	4	10,96	2,74	0,66	0,48
Jorori	<i>Swarizia</i> sp.	1	1,41	1,41	0,17	0,06
Mapajo	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) P. Gaertner	2	5,46	2,73	0,33	0,24
Murure	<i>Clarisia racemosa</i> (Ruiz & Pavon)	58	185,60	3,2	9,57	8,18
Negrillo	<i>Nectandra</i> sp.	1	1,81	1,81	0,17	0,08
Ochoo	<i>Hura crepitans</i> L.	208	1.175,20	5,65	34,32	51,79
Pacay	<i>Inga</i> sp.	1	2,51	2,51	0,17	0,11
Sauco	<i>Zanthoxylum</i> sp.	5	10,80	2,16	0,83	0,48
Sujo	<i>Sterculia</i> sp.	1	2,29	2,29	0,17	0,10
Verdologo	<i>Terminalia amazonica</i> (Gmelin) Exell	27	56,70	2,1	4,46	2,50
Yesquero negro	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	14	50,96	3,64	2,31	2,25
Totales		606	2.269,04	3,74	100,00	100,00

Fuente propia

La zona presenta una gran abundancia de la especie carne de vaca (*Combretum leprosum* C. Martius) Se rodeó 264 individuos, esto representa el 43,56% del total de árboles rodeados, el segundo en importancia es el ocho (*Hura crepitans* L.) con 208 individuos y un porcentaje de 34,32%. Los dos suman el 77,88% de todos los individuos rodeados, las 15 especies restantes no son abundantes entre todas representan el 22,12%, esto nos muestra que este bosque tienen una dominancia de carne de vaca y de ocho.

A pesar que se tiene una mayor abundancia en arboles rodeados de la especie carne de vaca en volumen representa el 28,16% del total del volumen rodeados, esto se debe a que esta especie se caracteriza por no ser de grandes diámetros, es de poco porte el promedio es de 2,42 m³/árbol. La especie ocho a pesar de tener menos individuos rodeados presenta mayor volumen siendo este el 51,79%, esto se debe a que esta especie se caracteriza por ser de grandes diámetros y gran porte el promedio es de 5,65 m³/árbol. Los dos suman el 79,95% de volumen de todos los individuos rodeados, las 15 especies restantes no son abundantes entre todas representan el 20,05%.

⁴Se define como supuestos porque son avasalladores dentro de la concesión forestal San Pedro, no tienen títulos de propiedad.

Esto nos muestra que este bosque tiene una dominancia de carne de vaca y del ochoo tanto en volumen como en individuos.

Especies rodeadas por zona y tipo de máquina

El bosque de la Reserva Forestal El Chore tiene una composición de especies homogéneas, esto también está representando en sus unidades de rodeo. El CAT-515 (MIB) ha rodeado 13 diferentes especies, El CAT-518 (MIB) ha rodeado 12 diferentes especies y el CAT-518 (J.C.) ha rodeado 11 diferentes especies de un total de 17 diferentes especies rodeadas. En el cuadro 9 se presenta el número de especies rodeadas por modelo de skidder en cada zona de estudio.

Cuadro 9. Número de árboles rodeados por especie por los skidders en las pruebas de tiempos en la concesión forestal SAN PEDRO CHORE

Especies	CAT-515 (MIB)			CAT-518 (MIB)			CAT-518 (J.C.)	
	Flora y Fauna	Monterrey 2006-2	Monterrey 2007-1	Flora y Fauna	Monterrey 2006-2	Monterrey 2007-1	Monterrey 2006-2	Monterrey 2007-1
Aguai		1		1				1
Amargo	1			1				
Bibosi		5	2				5	
Carne de vaca	27	32	10	21	11	62	36	6
Copaibo				1				
Coquino	1			1				
Guayabochi	1			1			1	
Jorori								
Mapajo							1	
Murure	2	11	5		2	17	20	
Negrillo								
Ochoo	22	44	7	9	5	61	13	4
Pacay	1							
Sauco	2				2		1	
Sujo	1							
Verdolago	3	4		1	3	9	5	
Yesquero negro	2	1	1	1	1	5		
TOTAL	63	98	25	37	24	161	76	12
Total por maquina arboles rodeados			186	222			19	
% de rodeo de arboles			30,69%	36,63%			32,67%	

Fuente: datos de campo

El skidder CAT 518 (MIB) es la máquina que más árboles rodeo con un total de 222 árboles y un porcentaje de 36,63% respecto al total, el segundo skidder que más rodeo en la zona es el CAT 518(J.C.) con 198 árboles y un porcentaje de 32,67% respecto al total y por último el skidders CAT 515(MIB) rodeo 186 árboles con 30,69% del total.

Indicadores de mermas de producción

Se determinó la pérdida de árboles entre el corte y el rodeo, en un proceso normal entre estos procesos productivos se pierde arboles por estado sanitario, ya que podrían estar huecos o podridos en parte o todo el fuste del árbol, también en algunos casos por mala ejecución del corte, la tronca se haya rajado y no sirva para su aprovechamiento industrial. En la zona se incrementó un factor muy particular como la prohibición por parte de los avasalladores, que no permiten extraer la totalidad de la

madera prefiriendo acordonarlo para su posterior aprovechamiento ilegal, (Cuadro 10).

Cuadro 10. Mermas de producción entre el corte y el rodeo de árboles en San Pedro

Zona	Sup. AAA(ha)	Nº unidades	Unidad	Sup. (ha)	arb. Cortados	arb/ha	arboles rodeados	arb. rodeados/ha	% merma
AAA- Flora y Fauna 2005-1	115,43	R-AE-1	1	27,72	42	1,52	41	1,48	2,38
		R-AE-2	2	33,26	7	0,21	7	0,21	0,00
		R-BE-1	3	23,71	34	1,43	31	1,31	8,82
		R-BE-2	4	30,74	23	0,75	21	0,68	8,70
AAA- Monterrey 2006-2	87,4	R-AE-2006-2*	1	26,89	36	1,34	26	0,97	27,78
		R-AEA-2006-2	2	14,53	64	4,40	60	4,13	6,25
		R-BE-2006-2	3	27,54	37	1,34	36	1,31	2,70
		R-BEA-2006-2	4	18,44	76	4,12	76	4,12	0,00
AAA - Monterrey 2007-1	167,86	R-AE-5	1	42,55	106	2,49	97	2,28	8,49
		R-BE-5	2	42,22	93	2,20	87	2,06	6,45
		R-AE-10	3	41,23	63	1,53	61	1,48	3,17
		R-BE-10**	4	41,86	74	1,77	63	1,51	14,86
Totales	370,69				655	1,77	606	1,63	7,48

% de merma real por estado sanitario descontando los arboles acordonado por los colonos
 Arboles que se perdieron en el desmonte de las parcelas 19
 Total Indicador de merma por estado sanitario en % 636 1,72 606 4,72
 R-AE-2006-2* R-BE-10** Los arboles no fueron rodeados por que los dueños de parcela desmontaron y se perdieron en los cordones
 R-AE-2006-2* se perdio 9 arboles en los cordones R-BE-10** se se perdio 10 arboles en los cordones

La merma total que se determinó entre los problemas sanitarios, técnicos y la mala práctica de acordonamiento por parte de los avasalladores es del 7,48% y la merma solo por el estado sanitario alcanzo el 4,72%, es más que el indicador de 2,36% propuesto por PUMA-FA (2011) para la perdida de árboles entre el corte y rodeo.

Comparación de tiempos y movimientos por modelo de skidder (CAT-515 y CAT-518)

El estudio es una comparación de tiempos de dos modelos de skidder el CAT-515 y CAT-518, se trabajó con las máquinas de MIB-SF y no se tomó en cuenta el tercer skidder del señor Julio Cesar puesto que es un mismo modelo (CAT-518).

Para considerar el análisis de tiempos de rodeo de los skidders se debe tomar en cuenta:

- La pericia de los operadores, el skidder 518 (MIB) su operador es un novato recién ascendido al cargo y el skidder 515 (MIB) su operador es de vasta experiencia.
- Las capacidades de la maquinas del presente estudio, ambos skidders (CAT-515 y CAT-518) son parecidos los motores 3304, pero el skidder CAT-515 tiene la variante 3304DIT, esto hace que el CAT-515 tenga un 10,34% más de potencia neta del volante, y un 13,72% más de peso en la orden de trabajo respecto el skidder CAT-518.
- En cuanto a las capacidades del winche el CAT-515 tiene una menor capacidad de tracción en un 16,03% respecto al CAT-518 y con respecto a la velocidad del cable el CAT-515 es un

80% más de rápido que el CAT-518, como se observa en el cuadro 11.

Cuadro 11. Diferencia de capacidades de CAT-515 y el CAT-518

Parametros	Unidades	CAT - 515	CAT - 518	Diferencias %
Modelo de motor	-	3304 DIT	3304	-
Potencia neta del volante	HP	160	145	10,34
Peso en orden de trabajo	Kg	13.100,00	11.520,00	13,72
Traccion del cable del cabrestante de servicio Pesado max. Al par limite con tambor vacio	Kg	13.331,00	15.876,00	-16,03
Velocidad del cable a las R.P.M. nominal del motor con el tambor lleno	m/min	153,00	85,00	80,00

Fuente: Catálogos de CATERPILLAR

Comparación de tiempos de producción por modelo (CAT-515 y CAT-518) de skidder

• **Muestreo**

Los tiempos obedecen a la velocidad de la máquina, capacidad de arrastre de la máquina, habilidad del operador, también de las condiciones geográficas y densidad del bosque, en este caso se tomaron los tiempos de dos modelos de skidder el CAT-515 y el CAT-518, el método del levantamiento de datos fueron de manera continua en ciclos de viaje considerando un ciclo de viaje al ingreso vacío hasta su retorno cargado. El número de muestras levantadas en tiempo están en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Muestras de tiempos por modelos de skidder

Marca	CAT-515	CAT-518
Dias	6	6
Nro viajes arboles	116	84
m³	527,95	317,48

Se planifico seis días de muestreo independiente de los problemas operacionales que tuvieran en los días señalados. El número de viajes fueron más del CAT-515 debido a que presento menos problemas mecánicos que el CAT-518.

• **Tiempos de Producción**

El resumen de los tiempos por maquina se reflejan en el cuadro 13. Comparando los modelos de skidder, el CAT-515 es más productivo con 65,31 % que el CAT-518 con 55,35%, con una diferencia de 9,96% donde se puede interpretar como parte de la diferencia de capacidades de los modelos de skidder CAT-515 que tiene un 10,34% más de potencia neta del volante, y un 13,72% más de peso en la orden de trabajo respecto del skidder CAT-518. No se puede aplicar a la pericia de los operadores como se observa en el cuadro solo hay diferencias en el viaje cargado, los demás tiempos las diferencias no son relevantes.

Para el caso del skidder CAT 518 los tiempos productivos en San Pedro alcanzo un 55,35%, si se compara resultados encontrados con el mismo modelo de skidder en el bosque húmedo subtropical de Guarayos en la empresa CIMAL (Ramírez, 2009), los tiempos programados productivos es menor solo con el 37,58%, esto se debe a una mayor pérdida de tiempo no programados (bolear, tomar agua, paradas y descanso) esta experiencia alcanzo un 35,72% en CIMAL-Guarayos y en San Pedro alcanzo solo un 4,23%.

Cuadro 13. Comparación de tiempos y tipo de movimientos

COMPARACION DE TIEMPOS POR SKIDDER									
distrib. de tiempos	movimientos	CAT 518				CAT 515			
		total	% por actividad	hh/mm/ss	% total	total	% por actividad	hh/mm/ss	% total
Programado o productivo	viaje vacio	5:58:32	27,52%	12:01:00	55,35%	8:06:34	27,60%	19:11:12	65,31%
	enganche	0:48:18	3,71%			1:27:46	4,98%		
	viaje cargado	4:47:42	22,09%			8:57:41	30,50%		
	desenganche	0:26:28	2,03%			0:39:11	2,22%		
Programado improductivo	acom. de tronca para enganche	0:56:43	4,35%	6:22:13	29,34%	1:16:34	4,34%	6:18:58	21,50%
	Acom. de skidder para enganche	1:19:57	6,14%			1:24:16	4,78%		
	acomodo de tronca en rodeo	1:53:47	8,73%			1:21:04	4,60%		
	Almuerzo	2:11:46	10,12%			2:17:04	7,78%		
No programados Justificados	desenganchado en viaje cargado	0:05:58	0,46%	1:41:22	7,78%	0:10:13	0,58%	2:37:59	8,96%
	Fallas mecanicas leves	0:48:09	3,70%			0:35:13	2,00%		
	atascamiento de tronca en viaje cargado	0:47:15	3,63%			1:52:33	6,39%		
No prog. no justif.	otros	01:38:06	7,53%	1:38:06	7,53%	01:14:32	4,23%	1:14:32	4,23%
Total		21:42:41	100,00%	21:42:41	100,00%	29:22:41	100,00%	29:22:41	100,00%
Produccion									
Numero de viajes		116,00				84,00			
Arboles rodeados		141,00				85,00			
Volumen m ³		527,95				317,48			
Rendimientos						Diferencia		Diferencia en %	
viajes/hora		5,36				3,88		1,48 38,10	
arboles/hora		6,51				3,93		2,59 65,88	
m ³ /hora		24,39				14,67		9,72 66,29	

Fuente: propia

Respecto a la producción horaria el skidder CAT-515 resulto ser más productivo que el CAT-518 en su rendimiento por hora trabajada. En la comparación viajes/hora el CAT-515 es más productivo en un 38,10% que el CAT-518. En la comparación arboles /hora el CAT-515 es más productivo en un 65.88% que el CAT-518. En la comparación m³ /hora el CAT-515 es más productivo en un 66.29% más que el CAT-518. Esto puede atribuirse a la pericia del operador y capacidad de la máquina que es mayor a la del CAT-515.

Comparación de tiempos de trabajo por modelo de skidder (CAT-515 y CAT-518), (horas/día/máquina)

El siguiente cuadro presenta los tiempos promedios día, de cada una de las máquinas en estudio, ver Cuadro 14.

Cuadro 14. Comparación de tiempos de trabajo

TIEMPOS POR SKIDDER EN HORAS											
Tipo	Modelo	Dias						Total	Promedio	Tiempo Programado	% Productividad Hrsdía/hrsprogramada
		1	2	3	4	5	6				
Skidder	518	7:20:56	7:05:35	7:02:23	7:39:20	7:41:14	7:55:51	44:45:19	07:27:33	08:00:00	93,24
Skidder	515	7:36:52	7:40:19	7:11:27	7:34:11	7:46:00	7:08:59	44:57:48	07:29:38	08:00:00	93,67

Fuente: propia

En el presente cuadro se puede apreciar que ninguno de los operadores el skidder sobrepasa los tiempos de trabajo establecidos de 8 horas programadas, se observa que paran actividades media hora antes de lo programado. El indicador productivo de horas día trabajado versus horas días programadas el CAT-515 es del 93,67%. El indicador para el CAT-518 es del 93,24% es mayor al encontrado en Guarayos en la empresa CIMAL (Ramírez, 2009) con 91,85% para el mismo modelo de skidder.

Los tiempos promedios van a depender notablemente de la hora de salida de campamento, distancia y tiempo de llegada a la zona de trabajo, aunque también existe el factor de pre disponibilidad de trabajo, el cual depende más propiamente del operador de skidder, mismo que puede influir en los tiempos de trabajo. Los tiempos apreciados en la gráfica no incluyen los tiempos de traslado de campamento hacia la zona de trabajo y viceversa.

Rendimientos

Comparación de rendimientos por modelo de skidder (CAT-515 y CAT-518), en la A.T.E. San Pedro–El Chore

Comparación de rendimientos árbol/día, árbol/viaje y árbol/hora, por máquina en el bosque húmedo subtropical, según valores mostrados en la Figura 4.

Comparando los rendimientos en el rodeo de árboles solo como individuos, en arboles/día, arboles/hora y arboles/viaje no se observan diferencias grandes entre los dos modelos según la gráfica.

El rendimiento del skidder CAT- 518 en árboles/día, para una distancia promedio de 189,30 m., es de 18,50 árboles/día, mientras que el volumen promedio es de 69,43 m³/día, el cual es menor al encontrado por Toledo (2002), en el bosque húmedo subtropical de CIMAL-Guarayos, con el mismo modelo de skidder a pesar de presentar una distancia promedio de 476 m, muestra una producción de 22,60 árboles/día, con un volumen promedio de 120,01 m³/día, en esta zona se rodeó más porque el bosque es más abundante además solo se rodeó serebo (*Schizolobium*

parahyba- (Vell.) Blake) una especie blanda y liviana para el arrastre.

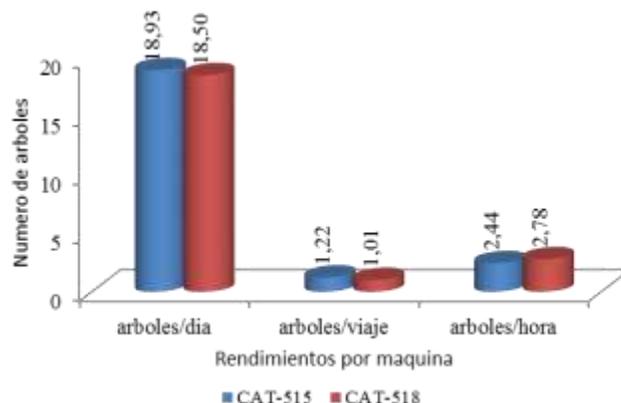


Figura 4. Comparación de rendimientos por modelo de skidder en el bosque húmedo subtropical

Lo encontrado en un segundo estudio en Guarayos en la empresa CIMAL, realizada por Ramírez (2009) el rendimiento del skidder CAT- 518 en árboles/día, para una distancia promedio de 216,97 m., es de 11,67 árboles/día es menor a lo encontrado en San Pedro. Este bajo rendimiento se debió a que se metió al skidder CAT-518 a rodear árboles de gran porte como el hoja de yuca (*Ceiba pentandra*), el rendimiento tiende a descender notoriamente en árboles/día, y no precisamente por el factor distancia, sino a factores como la planificación operativa de la actividad y los porcentajes elevados en tiempos no programados no justificados, que se deben casi en su totalidad al saneo o trozado obligado en monte, debido a las dimensiones de las troncas, los cuales son de gran volumen, el cual es demasiado para la capacidad de arrastre de la máquina.

Comparación de rendimientos por modelo de skidder (CAT-515 y CAT-518), en volumen

Los parámetros m³/viaje, m³/árbol, m³/día y m³/hora, por modelo de skidder, datos tomados del cuadro de producción de toda la gestión 2013 en San Pedro el Chore, son expresados en la Figura 5.

El presente gráfico muestra que el skidder CAT- 515 presenta mejores rendimientos por m³ por viaje realizado en comparación con el modelo CAT- 518 con una diferencia de 0,77 m³/viaje, el arrastre no necesariamente es directamente proporcional a la capacidad de arrastre real de la máquina, sino al porte de los árboles por arrastrar en cada rodeo. El skidder CAT- 515 a rodeado los árboles de mayor volumen como ser el ocho (*H. crepitans*), el promedio arrastrado es 0,26 m³/árbol de diferencia con el modelo CAT- 518.

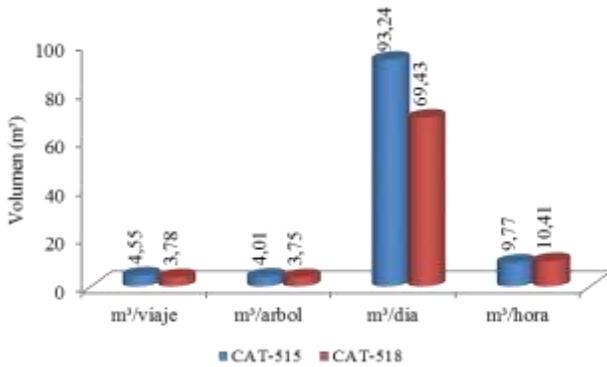


Figura 5. Comparación de rendimientos en la extracción en el bosque húmedo subtropical

El skidder más productivo de las dos máquinas en esta experiencia es el CAT - 515, mismo que presenta un mayor volumen de 93,24 m³/día, el cual es 26,31% más, en comparación con el modelo CAT- 518 que solo rodeo 69,43 m³/día. Esto se debe a que el skidder CAT- 518 es de menor potencia de motor y menos peso en la orden de trabajo respecto al skidder CAT-515.

Comparando los rendimientos por turno o día en San Pedro del modelo CAT-518 rodeo 69,34 m³/día o turno, con las dos experiencias en el bosque húmedo de Guarayos de CIMAL se obtuvo que fue menor al obtenido por Toledo (2002) de 120,01 m³/día o turno, esto fue debido al porte de los árboles y el peso de los mismos en esta zona donde solo se aprovechó serebo (*Schizolobium parahyba- (Vell.) Blake.*) También fue menor al determinado por Ramírez (2009) que alcanzo rodear 78,39 m³/día, esto se debe a que en zona se rodeó árboles de gran porte respecto a San Pedro.

En el caso de rendimiento m³/hora en San Pedro el modelo CAT-518 rodeó 10,41 m³/hora. Es menor a lo encontrado por Toledo (2002), que fue de 20,83 m³/hora, esto se debe a que se rodeó arboles de mayor porte que en el CHORE. Sin embargo es más a lo determinado por Ramírez (2009) de 7,79 m³/hora, debido al saneo en monte para su arrastre, influenciado por el porte de los árboles, lo cual hizo perder demasiado tiempo, bajando la producción m³/hora en CIMAL-Guarayos.

En el caso del rendimiento por viaje en el estudio de Toledo (2002) fue de 6,49 m³/viaje, mientras que lo arrastrado según Ramírez (2009) de 4,42 m³/viaje, estos valores son mayores respecto a lo determinado en San Pedro el CHORE donde solo se alcanza 3,78 m³/viaje, esto está influenciado directamente por el porte de los árboles en San Pedro fueron más delgados.

Productividad por modelo de skidder (CAT-515 y CAT-518)

Las productividades por maquina en rodeo fueron los siguientes como lo indica el cuadro 15.

Cuadro 15. Productividad por modelo de skidder

Marca	CAT-515	CAT-518	%
Nro viajes	116	84	
arboles	141	85	
m³	527,95	317,48	
Recorrido en metros	26.413,00	15.902,00	
arboles/viaje	1,22	1,01	20,12
m³/viaje	4,55	3,78	20,42
Distancia m/árbol	187,33	187,08	0,13

Fuente: propia

De acuerdo al Cuadro 15 el skidder CAT-515 es más productivo que el CAT-518, es un 20,12% más en el arrastre de número de árboles por viaje y un 20,42% más en arrastre en m³/viaje. En la distancia promedio de recorrido de los arboles rodeados no hay una diferencia significativa solo el 0,13%.

Comparación de velocidades promedio por modelo de skidder (CAST-515 y CAT-518)

Las velocidades para viaje vacío, viaje cargado y velocidad promedio, por modelo de skidder (CAT-515 Y CAT-518) es representado detalladamente en el cuadro 16.

Cuadro 16. Velocidades y distancias recorridas en km/hora

Modelo	Datos (km/hora)	Días seguimiento						Total Gener	Promedio Total (km/hora)	% Diferencias
		1	2	3	4	5	6			
CAT 515	Velocidad viaje vacío	1,13	4,19	3,58	3,02	3,60	2,56	18,08	3,01	20,77
	velocidad viaje cargado	1,40	3,68	3,05	3,31	3,32	2,05	16,81	2,80	-17,11
	velocidad promedio	1,265	3,94	3,32	3,17	3,96	2,31	19,95	3,32	13,16
CAT518	Velocidad viaje vacío	1,32	1,88	2,55	3,61	2,52	3,09	14,97	2,50	
	velocidad viaje cargado	2,58	2,82	5,03	3,29	3,71	2,85	20,28	3,38	
	velocidad promedio	1,95	2,35	3,79	3,45	3,12	2,97	17,63	2,94	

En la figura 6 se resume lo expresado en el anterior cuadro. La velocidad de arrastre está definida por la densidad del sotobosque a mayor densidad menos velocidad del skidder, el volumen arrastre, el largo de los fustes, es decir cuan mayor sea el largo, existe mayor dificultad en el traslado del skidder, a esto también es importante la pericia del operador. El skidder CAT-515 presenta una mayor velocidad en viaje vacío es un 20,77%, en comparación con el skidder CAT-518, esto se debe a la potencia de la máquina y la pericia del operador, aprovecha una vez aperturada la pista de arrastre después del primer viaje para ingresar con mayor velocidad.

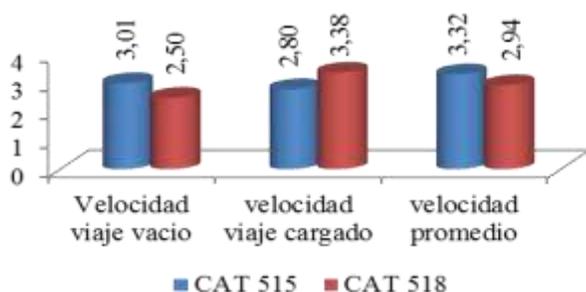


Figura 6. Comparación de velocidades por modelo de skidder

El skidder CAT-515 presenta una menor velocidad en viaje cargado es un 17,11% menos, en comparación con el skidder CAT-518, esto es debido que el CAT-515 viene más cargado con un 20,42% más de volumen por viaje respecto al CAT-518. El skidder CAT-515 presenta una mayor velocidad promedio en el ciclo de viaje vacío y viaje cargado es un 13,16% más, en comparación con el skidder CAT-518, esto es debido que el CAT-515 aprovecha más la velocidad de ingreso por viaje que el CAT-518.

En dos estudios realizados en el bosque húmedo de Guarayos de la empresa CIMAL utilizando para el arrastre el skidder CAT-518, en ambos casos se obtuvo mayores velocidades promedios, en el primero realizada por Toledo (2002), la velocidad promedio de arrastre es de 3.71 km/hora, y en el segundo realizado por Ramírez (2009) fue de 3,49 km/hora, comparado con la velocidad promedio en San Pedro de 2,94 km/hora. Esto se debe a que la zona de Guarayos se rodeó serebo (*Schizolobiumparahyba- (Vell.) Blake.*), una madera blanda y muy liviana, además que los operadores de CIMAL tienen mayor experiencia y poseen un sistema de trabajo bien organizado.

Comparación de rendimientos en el consumo de combustible, para los skidders CAT- 515 y CAT- 518

El consumo de diesel en base a parámetros como lt/día, lt/árbol, lt/m³ y lt/hora, es representado en la Figura 7.

Este gráfico nos muestra que el skidder CAT- 515 presenta el mayor consumo de diesel/día, en relación con el modelo CAT- 518, teniendo un consumo de 29,39 litros/día más. En el análisis de consumo de diesel en litro/árbol, el skidder CAT- 518 presenta un consumo superior de 1 litro/árbol en comparación con el modelo CAT- 515

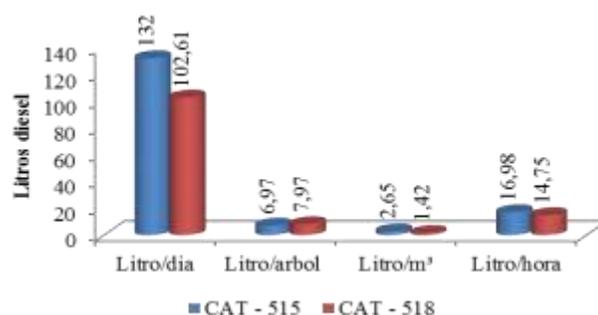


Figura 7. Comparación de rendimientos en el consumo de combustible, para los skidders CAT- 515, y CAT- 518 en el bosque húmedo subtropical

El skidder CAT- 515 presenta el mayor consumo de combustible por m³, con una diferencia de 1,23 litros/m³ en comparación con el modelo CAT- 518. En el análisis de consumo de combustible litros/hora como se puede observar en la figura 8 el skidder CAT- 515 presenta mayor consumo de combustible, con una diferencia de 2,23 litros/hora. Porque hace más esfuerzo la maquina debido a que por viaje traslada más volumen en madera, también el motor 3304DIT del CAT-515 es de mayor capacidad que el motor 3304 del CAT-518.

Los factores de mayor consumo de diesel se deben primero a la potencia del motor, pero también es determinante la productividad en horas por turno, el volumen arrastrado por viaje, el peso de las especies aprovechadas y la topografía del terreno (dureza, pendiente) todo estos factores definen un mayor consumo de diesel por mayores esfuerzos del motor.

Costos

Se determinó el costo de rodeo mediante maquinaria alquilada con el objeto de comparar entre costos con maquinaria propia y costos alquilando la prestación de servicios para el rodeo, se realizó la proyección del costo de rodeo con una inversión en la compra de un tractor skidder CAT-518 nuevo.

Costos Ejecutados por Servicios

La empresa contrató a dos proveedores de servicio, por un lado la empresa MIB-SF con dos skidders el CAT-515 y un CAT-518 y por otro el señor Julio Cesar Fernández un skidder CAT-518. Para determinar estos costos primero se definió el monto cancelado a cada proveedor del servicio y el costo de seguimiento y control, los costos ejecutados se presentan en el Cuadro 17.

El costo operativo fue de 13,05 US\$/m³ sumando los costos que la empresa generó para supervisar el cumplimiento del

contrato y orientando los trabajos de extracción el costo total alcanza a 19,36 US\$/m³.

Cuadro 17. Costos de servicios de alquiler de Skidders por metro cúbico en San Pedro el Chore en la Gestión 2013

<u>Costos servicios de Skidder, seguimiento y control</u>					
Costos US\$/m ³	CAT 515 (MIB)	CAT 518 (MIB)	CAT 518 (J.C.)	Total costo m ³ en Dolares	costo US\$/m ³
<u>Costo de servicio de rodeo US\$/m³</u>	13,05	13,05	13,05		
total m ³ rodeados	650,89	720,87	610,04		
total pago en US\$/zafra	8.494,10	9.407,39	7.961,02		
Costo total de alquiler de maquinas				25.862,51	13,
<u>Costos de seguimiento y control</u>					
Honorarios y salarios personal				8.425,17	
Viaticos o alimentacion				1.536,46	
costo equipo liviano (camionetas y camioncito)				2.546,13	
Costo total de seguimiento y control				12.507,76	6,
COSTOS TOTALES					
Costo alquiler de skidder				25.862,51	
Costo seguimiento y control				12.507,76	
Costo total alquiler skidder mas seguimiento y control en US\$.				38.370,27	19,

Costos proyectados si la empresa invierte en la compra de maquinaria de arrastres en un tractor skidder CAT-518

Para la proyección de los costos de rodeo se utilizó la planilla del programa de rentabilidad ASDI que permite determinar la estructura de costos de equipo pesado. Los parámetros más importantes están en el cuadro 18.

Cuadro 18. Datos básicos para la estructura de costos del tractor Skidder 518

		tc:	6,96
EMPRESA	SAN PEDRO		
País:	Bolivia		
Proyecto:	Skidder		
Tipo de equipo:	Cat-518		
Operación	Extracción de madera - Rodeo		
DATOS BASICOS			
Costo de inversión (CI) en US\$	240.000	US\$	
Valor Residual (% de CI)	15	% sector forestal	
Vida útil (horas productivas)	10.000	(8 años)	
Días de operación por año	125	días/año	
Horas de operación por día	8	horas/día	
Tiempo productivo (% de las horas de oper.) (ph)	85	%	
Tasa de mantenimiento (% de CI)	50	%, datos fabrica	
Tasa de interés anual (%)	12	%, según BNB	
Seguro, US\$/año	1.500	US\$/año	
Productividad por mes de la maquina	75	%	
COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES		l/ph	\$us/hora
Total mantenimiento por hora			14,02
MANO DE OBRA			
		Tiempo de trabajo	US\$/hombre/año
- 1 Operador	7		4.483,08
- 1 Ayudante	7		3.074,11

El cuadro presenta el precio de la máquina de un skidder CAT-518 se definió esta máquina por qué no son electrónicas, por la facilidad del apoyo mecánico, su vida útil y los días de operación por año que es demasiado bajo solo 125 días durante el año debido a que solo se le utilizara en la época seca. El valor residual para el cálculo de reventa en el sector forestal es 15% del valor de compra, a esto se incorpora el costo de la mano de obra y los precios del consumo de filtros, aceites y combustibles por hora.

En base a los datos del cuadro 19 se hace el cálculo de costos (US\$) de operación del tractor skidder CAT-518 por año y por hora, el cual está planteado según el ejemplo de reporte del programa de rentabilidad ASDI.

Cuadro 19. Costos calculados por año y por hora del trabajo del skidder Caterpillar 518

COSTOS CALCULADOS	US\$/año	US\$/ph
1 COSTOS DE CAPITAL		
Depreciación	17.340	20,40
Interés	28.800	33,88
Total - costos de capital	46.140	54,28
2 SEGURO	1.500	1,28
3 COSTOS DE OPERACION		
Mantenimiento: (CI*Maintenance rate)/Life ph	10.200	12,00
Combustible y lubricantes	11.920	14,02
Total costos de operación	22.120	26,02
4 TOTAL COSTO DE MAQUINARIA	69.760	81,58
5 COSTO PARA MANO DE OBRA	7.557	8,89
6 COSTO TRANSPORTE A LUGAR DE TRABAJO	2.800	3,29
7 COSTO TOTAL	77.317	93,77
8 COSTO SIN INTERÉS	48.517	59,88
9 COSTO TOTAL EXCL. COSTOS DE CAP.	31.177	39,48

El costo total de la operación por hora máquina del skidder CAT-518 es de 93,77 US\$/hora/año trabajada, es elevado debido a costo de interés del crédito para la compra de la maquina (48,517 US\$/hora). El costo hora de máquina usada es de 50 US\$/hora muy baja respecto a lo calculado para una maquina nueva.

El costo sin considerar el interés del crédito de la compra del skidder CAT-518 es de 59,88 US\$/hora/año. El costo hora de trabajo del skidder excluyendo los intereses del crédito de la compra de la maquinaria y los costos de depreciación es de 39,48 US\$/hora/año. Este costo consideran los dueños de maquina usada para el alquiler de sus skidder, porque se considera que las maquinas usadas ya no se deprecian, además sus costos de compra son más bajos (50.000 US\$), esta consideración es una práctica mal concebida, lo correcto sería al valor de rescate sumar el valor de overhaul. Con los datos de distancia de arrastre, carga promedio, tiempo de enganche, velocidades de tiempos determinados con carga, sin carga, desenganche y el porcentaje de tiempos muertos (programado improductivo, no programado justificado y no programado no

justificado). Velocidad de ciclo de ingreso y salida del skidder, número de cargas por hora y sus productividades metro cúbico por hora, metro cúbico por día y metro cúbico por año. Permite calcular el costo de US\$/m³ total, sin interés y sin el costo de capital, ver Cuadro 20.

Cuadro 20. Cálculo de productividad y costo por metro cúbico de trabajo del skidder Caterpillar 518

CALCULO DE PRODUCTIVIDAD	
DATOS BASICOS DE SAN PEDRO	
Distancia promedio (m)	187,08
Carga promedio (m ³)	3,78
Tiempo para cargar (min)	0,58
Velocidad (m/min)	
- con carga	56,33
- sin carga	41,58
Tiempo para descargar (min)	0,32
Pausas cortas (% de tiempo total del ciclo)	44,65
PRODUCTIVIDAD	
Tiempo del ciclo (min/carga)	15,8
# cargas/ph	3,81
m ³ /ph	14,4
m ³ /día	98
m ³ /año	12,235
COSTO US\$/m³ TOTAL	7,10
COSTO US\$/m³ sin interés	4,16
COSTO US\$/m³ excl. costo de capital (operativo)	2,74

En el (Cuadro 21), se presenta el costo operativo por metro cúbico del trabajo de un skidder CAT-518 comprado, más el costo de administración y seguimiento y control del arrastre de madera en tronca.

Cuadro 21. Cálculo del costo total por metro cúbico de trabajo del skidder Caterpillar 518

Costos de operación del skidder	7,10
Costos de seguimiento y control	
Honorarios y salarios personal	
Viaticos o alimentacion	
costo equipo liviano (camionetas y camioncito)	
Costo de administracion	
Costo total de seguimiento, control y administracion	8,31
Costo total de operación del skidder mas seguimiento y control en US\$/m³.	15,41

El costo de rodeo es de 15,41 US\$/m³, es menor al costo de alquiler que alcanzo 19,36 US\$/m³ si la empresa compra la maquina ahorraria 3,95 US\$/m³, esto hace un 25,61% menos que el alquiler de servicios de arrastre. La ventaja de tener la maquina al margen del ahorro económico es la disponibilidad de la máquina para otros trabajos de apoyo a los camiones, caminos que son propios de los trabajos pequeños en la producción forestal.

CONCLUSIONES

- Se determinó los tiempos de producción de dos diferentes modelos de skidder utilizados por San Pedro. El skidder CAT-515 presentó un mejor tiempo programado productivo en un 9,96% que el CAT-518. Presenta un menor tiempo

programado improductivo del 7,84% respecto al CAT-518. En los tiempos no programados justificados el CAT-515 es mayor en un 1,86% que el CAT-518 y por último en los tiempos no programados injustificados el CAT-515 presenta un menor tiempo programado improductivo del 3,30% respecto al CAT-518.

- El skidder más productivo entre las dos máquinas comparadas en este estudio es el CAT- 515, mismo que presenta un 26,31% más en volumen m³/día, es un 20,12% más en el arrastre de número de árboles por viaje y un 20,42% más en arrastre en m³/viaje respecto al CAT-518. Esto se debe a que el skidder CAT- 518 es de menor potencia de motor y menos peso en la orden de trabajo respecto al skidder CAT-515.
- Se concluye según el muestreo de tiempos y producción que el skidder CAT-515 es más productivo que el CAT-518 en su rendimiento productivo por hora trabajada. En la comparación viajes/hora el CAT-515 es más productivo en un 38,10% más que el CAT-518. En la comparación arboles /hora el CAT-515 es más productivo en un 65,88% más que el CAT-518. En la comparación m³/hora el CAT-515 es más productivo en un 66,29% más que el CAT-518. Esto se debe a la pericia del operador, capacidad de la máquina que es mayor del CAT-515.
- El skidder CAT- 515 presenta más alto consumo de diesel/día, en relación con el modelo CAT- 518, teniendo un consumo mayor de 29,39 litros/día más. Esto es debido a un mayor esfuerzo que hace la maquina (CAT-515) debido a que por viaje traslada más volumen en madera, otro factor es el tamaño de motor 3304DIT del CAT-515 es de mayor capacidad que el motor 3304 del CAT-518.
- En la determinación del costo se concluyó que es más barato el costo propio en un 20% que el costo por servicios ejecutado en la A.T.E. San Pedro. Se obtuvo la proyección del costo propio con la compra de una maquina CAT-518 nueva en 15,41 US\$/m³, el costo de alquiler de servicios de rodeo alcanzo 19,36 US\$/m³.
- Se concluye que los costos de arrastre están influenciados por los siguientes factores: tamaño o porte de los árboles (volumen), es decir que a mayor volumen existe un mayor esfuerzo de arrastre o en su defecto, mayor número de viajes por árbol; densidad de árboles a rodear (a mayor densidad mayor número de viajes y por lo tanto mayor volumen); pendiente del área de arrastre (a menor pendiente hay un menor esfuerzo y una mayor velocidad del ciclo del tractor); capacidad de la maquinaria en potencia tanto de motor, como de guinche de levante; la pericia del operador influye en la velocidad de ingreso y

mejora de tiempos en todos los movimientos; la planificación del aprovechamiento. (A menor pérdida de tiempos hay una mayor producción).

- Según el ANAVA para ambos casos en la comparación de la producción de rodeo m^3 /turno y arboles/turno para los dos modelos de skidder CAT-515 y CAT-518, los valores p son mayores que los valores comparados al nivel de significación de 0,05, por lo tanto para ambos casos aceptamos la hipótesis nula y concluimos que no existen diferencias significativas entre las medias de los rendimientos m^3 /turno y árbol/turno entre cada modelo de Skidder.

PUMA Fondo Ambiental 2011. Manual de Arrastre de Fustes. Elaboración Técnica: Consultora Manejo Integral de Bosques. 1era. edición para validación social. Bolivia.

Toledo, C. 2002. Comparación de Costos y Rendimientos del Arrastre Realizado por Tres Modelos de Skidder en el Bosque Húmedo Subtropical y Bosque Seco Subtropical. Tesis de Grado "Universidad Autónoma Gabriel René Moreno", Santa Cruz, Bolivia.

Caterpillar (August 22, 1997). Parts manual is an paperback

BIBLIOGRAFIA

Apud, E. y Meyer, F. 1999. Ergonomía y productividad en el trabajo forestal. Chile.

Cordero, W. 1992. Aprovechamiento Forestal (versión corregida). Serie de Apoyo Académico N° 8, Cartago, Costa Rica.

Chávez, A. y Guillen, A. 1997. Estudio de rendimiento, Tiempos y Movimientos en el Aserrío. Manual Práctico, Santa Cruz, Bolivia.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Ramírez, J., 2009. "Estudios de Costos, Tiempos y Movimientos de tres modelos de Skidders (**CAT-518, CAT-525 Y CAT-528**) en el Bosque Húmedo Subtropical". Tesis de grado. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho-UAJMS, Santa Cruz, Bolivia.

Jonsson T. y Alcalá V. 1997. Estudio de la extracción y transporte de madera, "Programa de Desarrollo Forestal Industrial" Santa Cruz-Bolivia.

L. Holdridge, 1967. Life Zone Ecology, E.E.U.U.

Maca, 1975. Mapa ecológico de Bolivia. La Paz, Bolivia

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2010. Elementos para la determinación costo horario de los equipos y maquinaria del sector construcción. Norma técnica. Lima, Perú.

Pastor Tejedo, Ana Clara, 1997. Gestión Integral de Mantenimiento, S.A. Marcombo Editores, Barcelona, España.

NOTA CIENTIFICA



SEGUIMIENTO AL APROVECHAMIENTO FORESTAL EN AREAS BAJO MANEJO FORESTAL EN PROPIEDAD PRIVADA COTOCA PROVINCIA VELASCO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ¹

ODÍN ALGARAÑAZ VELASCO²; ROBERTO QUEVEDO SOPEPI³; ÁNGEL CHÁVEZ HINOJOSA³

RESUMEN. En el presente trabajo se realizó el control y seguimiento al aprovechamiento forestal en la propiedad privada Cotoca, con el objetivo general de realizar un seguimiento a las actividades de aprovechamiento planificado (corte de árboles, construcciones de caminos, pistas de arrastres, construcciones de rodeos y despacho de la madera en toza) en el sub-compartimiento del Área Anual de Aprovechamiento AAA-2011-1, 2011-2 del plan General de Manejo Forestal de la propiedad privada Cotoca en la provincia Velasco. La propiedad privada "Cotoca" cuenta con una superficie total de 4594.97 ha, mismo valor de la superficie bajo manejo forestal, de las cuales 3764.65 están clasificadas como bosque de producción 7.01 ha cuerpos de aguas y 744.44 ha como tierras aptas para diferentes usos. Las áreas de estudios del presente fueron El sub-compartimiento AAA-2011-2 tiene una superficie de 197.92 ha y la AAA-2011-1 cuenta con una superficie de 107.77 ha. Entre los resultados obtenidos en el presente trabajo dirigido podemos decir que en las dos áreas de estudios se realizó un aprovechamiento planificado obteniendo buenos resultados iniciando las actividades de control y seguimiento desde el corte o apeo de árboles en pie, rodeo y despacho de la madera en troza de las especies autorizadas, en la AAA-2011-2 se solicitaron 50 CFOs A1 y en AAA-2011-1 fueron solicitados 20 CFOs A1 haciendo un total de 70 CFOs A1 entre las dos áreas. En las conciliaciones finales de ambas áreas se pudo evidenciar que en AAA-2011-2 aprovechó el 85.75% de volumen autorizado del censo y en AAA-2011-1 se aprovechó el 94.28% de volumen autorizado, pero el logro más importante que se obtuvo fue la capacitación que recibió el personal de campo o que está involucrado directamente con el aprovechamiento forestal, hoy podemos decir y garantizar un buen control para cualquier otro aprovechamiento forestal.

Palabras Clave. Aprovechamiento forestal, corte, manejo forestal

FOLLOW-UP TO FOREST USE IN AREAS UNDER FOREST MANAGEMENT IN PRIVATE PROPERTY COTOCA VELASCO PROVINCE OF SANTA CRUZ DEPARTMENT

ABSTRACT. In this work, the control and monitoring of forest exploitation in private property Cotoca was carried out, with the general objective of monitoring planned harvesting activities (cutting trees, road constructions, trawling tracks, rodeo constructions and dispatch of timber in toza) in the sub-compartment of the Annual Harvesting Area AAA-2011-1, 2011-2 of the General Forest Management plan for private property Cotoca in Velasco province. The private property "Cotoca" has a total area of 4594.97 ha, same value of the area under forest management, of which 3764.65 are classified as a production forest 7.01 ha bodies of water and 744.44 ha as land suitable for different uses. The areas of study of the present were The sub-compartment AAA-2011-2 has an area of 197.92 ha and the AAA-2011-1 has an area of 107.77 ha. Among the results obtained in this directed work we can say that in the two study areas a planned use was made obtaining good results by initiating the activities of control and monitoring from the cutting or attachment of standing trees, rodeo and dispatch of the wood in log of the authorized species, in the AAA-2011-2 50 CFOs A1 were requested and in AAA-2011-1 20 CFOs A1 were requested making a total of 70 CFOs A1 between the two areas. In the final conciliations of both areas it was evident that in AAA-2011-2, 85.75% of the authorized volume of the census was used and in AAA-2011-1, 94.28% of authorized volume was used, but the most important achievement obtained was the training that field personnel received or that is directly involved with forest use, today we can say and guarantee good control for any other forest use.

Keywords. Logging, cutting, forest management

¹ Sometido en 25/9/2019. Aceptado para publicación el 21/10/2019. Trabajo dirigido Ingeniería Forestal 2015

² Ingeniero Forestal. Santa Cruz, Bolivia - email: jodinvelasco@gmail.com

³ Ingeniero Forestal, Msc. coautor estudio, Santa Cruz, Bolivia

INTRODUCCION

El Departamento de Santa Cruz, está dividido en 15 provincias, San Ignacio es la primera sección municipal de la provincia Velasco y capital de la misma, se encuentra a una distancia de 843 km de la ciudad de Santa Cruz de Sierra. La Provincia Velasco a nivel Departamental después de Cordillera es la segunda en extensión territorial con 65.425 km², está dividida en tres secciones municipales: primera sección municipal San Ignacio, segunda sección municipal San Miguel y desde 1.994 se crea la tercera sección municipal San Rafael. Se encuentra ubicada entre los meridianos 59° 30' y 61° 50' de longitud Oeste y los paralelos 13° 30' y 17° 45' de latitud Sur zona 20. FCBC (2006a).

La explotación de madera en Bolivia hasta mediados de la década de 1990 se caracterizaba por su baja intensidad, con enfoque en pocas especies de alto valor económico (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela fissilis* y *Amburana cearensis*) y daño excesivo al bosque remanente. *S. macrophylla* representaba el 60% del valor total de productos forestales exportados en 1980 y 1990

Con la ley forestal 1700 del 12 de julio de 1996 en el departamento de Santa Cruz se empezaron a practicar actividades de inventarios forestales, censos comerciales, división en compartimientos, establecimientos de ciclos de corta de mínimo de 20 años y se elaboraron instrumentos de gestión (Planes de Manejo Forestal y Planes Operativos) en el bosque experimental Elías Meneses de la Universidad pública de Santa Cruz

El censo forestal constituye una de las principales herramientas de planificación del manejo forestal en Bolivia, su utilidad ya ha sido comprobada en diferentes propiedades y concesiones, las que afirman haber ahorrado hasta el 50% en los costos del aprovechamiento, frente a la explotación forestal realizada antes de la implementación de la ley 1700. Sin descartar otros beneficios que trae consigo, como la planificación del aprovechamiento, la disminución de daños y el conocimiento de la distribución de la abundancia y volumen de las especies de interés dentro de una determinada área de aprovechamiento anual.

El aprovechamiento forestal es la actividad más importante, impactante y controlable dentro de lo que es el manejo forestal, pero igualmente es la que menos atención ha recibido. La ejecución de aprovechamientos forestales mejorados es actualmente un requisito indispensable para lograr los objetivos del manejo sostenible en los bosques Bolivianos.

El nuevo régimen forestal ha viabilizado la democratización del acceso al bosque. Terminó el ciclo exclusivo de los grandes concesionarios y se dio paso a la conformación de las ASL, a la autorización de aprovechamiento a privados y a las mismas comunidades para aprovechar lo que queda del bosque.

En la región productora chiquitana se han registrado 246 especies maderables, de las cuales 14 tienen valor comercial importante. Las mismas que desde hace muchos años han estado sometida a una indiscriminada explotación realizadas tanto por empresas madereras como también por los comunarios, las especies maderables de mayor importancia son cedro, roble, tajibo, morado, cuchi soto, sirari y verdolago. Pawloski (2006).

Debido a este tipo de explotación, la existencia de madera en la actualidad es cada vez más escasa y difícil de encontrar. Sin embargo, existe todavía madera valiosa en los bosques y existen condiciones naturales adecuadas para su regeneración natural, En el ámbito comunal la ubicación de estas especies forestales es desigual. Cabe señalar que existen otros recursos e los bosques muy diversos que satisfacen las necesidades locales.

Hay varios productos forestales no maderables utilizados en las comunidades como guapa para construcción de vivienda y para artesanía, además de plantas medicinales, frutas silvestres, carne de monte. Las comunidades indígenas y campesinas han comenzado a recorrer un nuevo camino que empezó con la aprobación de la nueva Ley Forestal 1700 en el año 1996 y que les fue negadas en otros tiempo.

Oficialmente, alrededor de 1.8 millones de ha están bajo un manejo forestal en la Provincia sin embargo, dispone de un potencial forestal superior a los tres millones de ha. Lamentablemente todavía una gran parte de explotación madera que se realiza en la zona no se basa en los planes de manejo por la ABT, sino que se aparta de la legalidad y sostenibilidad.

En el presente trabajo está dirigido al seguimiento y control del aprovechamiento de las áreas bajo manejo forestal en la propiedad privada "COTOCA" en la provincia Velasco del departamento de Santa Cruz, cuya supervisión está a cargo de la consultora forestal "Bosques & Industria". Actividad que abarca desde la corta o apeo de los árboles, diseño y construcción de caminos, pistas de arrastres, rodeos de la madera en troza y el despacho de las trozas desde el rodeo a su destino final con su respectivo certificado forestal de origen (CFO) que avala el origen legal de la madera

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en la propiedad privada denominada “COTOCA” que se encuentra ubicada en el cantón el Tuna, municipio San Rafael de la provincia José Miguel de Velasco del departamento de Santa Cruz (Figura1).

Teniendo como colindantes al norte con la ASL tuna, al sur con el predio san Lucas, al este con el predio los Ciervos y al oeste con el predio Urucú.

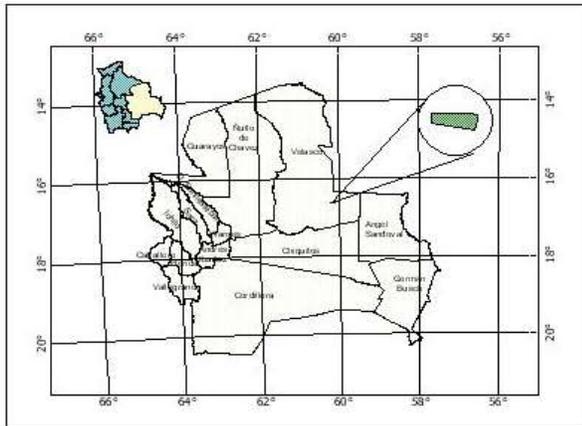


Figura 8. Ubicación del Plan General de Manejo Forestal Propiedad Privada Cotoca área de trabajo en la provincia Velasco.

Cuadro 22. Coordenadas del PGMF predio donde se realizó trabajo.

PUNTOS	CORRD.X	COORD.Y
P1	206291	8175383
P2	205558	8172141
P3	204914	8170309
P4	202979	8170597
P5	202592	8172184
P6	198388	8178385
P7	201534	8179615
P8	206867	8178711
P1	206291	8175383

Superficie de la propiedad

La propiedad privada “COTOCA”, presenta la siguiente división administrativa de usos de bosques: superficie total 4594.97 ha, las cuales 3764.65 ha están clasificadas como bosque de producción, 48.86 ha como bosques de protección, 7.01 ha cuerpos de agua y 744.44 ha como tierras aptas para otros usos.

Lugar de estudio

El estudio se realizó en el sub-compartimiento AAA-2011-2 que tiene una superficie total 197.92 ha, y el sub-compartimiento AAA-2011-1 con 107.77 ha que están al interior de la propiedad privada “COTOCA”, las mismas que cuentan con aprobación de otorgación del derecho forestal y se determinó como área sujeta a aprovechamiento forestal (Ver en anexo, cuadro A1 coordenadas geográficas).

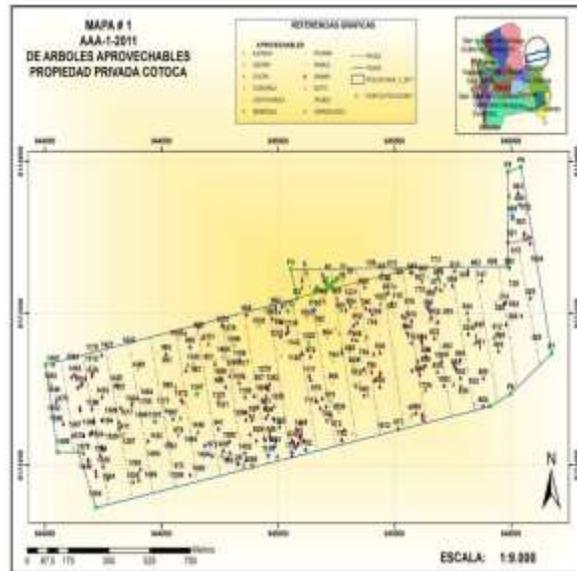


Figura 9. Mapa del área de aprovechamiento anual 2011-1.

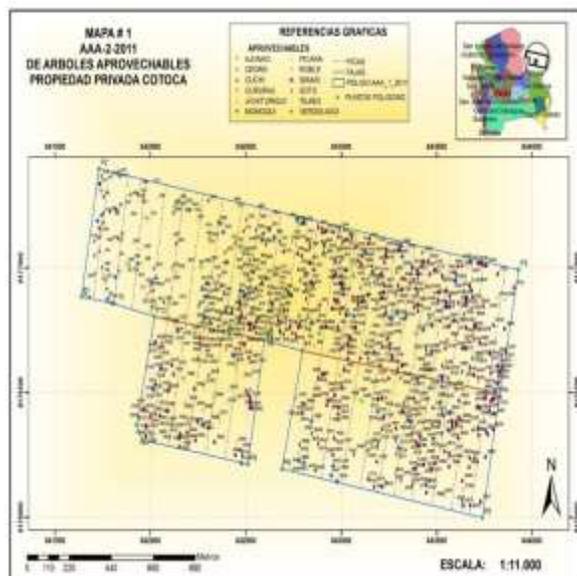


Figura 10. Mapa del área de aprovechamiento anual 2011-2.

Suelos

Plan de usos del suelo del departamento de Santa Cruz (PLUS 1996) describe a la zona en general con una topografía, de colinas bajas o de relieve ondulado formando valles angosto en forma de “V”, hasta zona casi planas, con vegetaciones de bosque alto, mediano y sabanas arboladas. Se pueden tipificar tres tipos de suelos dependiendo de la topografía de los terrenos:

- Colinas bajas que presentan de fuerte a ligeramente disectadas, sobre la roca madre de tipo metamórfica a granítica.
- Colinas bajas casi planas, se caracterizan por presentar suelos de textura moderada en valles con capas de horizonte cementados, sobre madre granítica o de origen arenisco, el drenaje varía entre moderado a bien, con presencia de oxiles y alfosiles que determinan una baja fertilidad; son suelos neutros ocasionalmente pueden presentar cierta acidez, área que conservan humedad se presentan los multisoles.

La llanura transición al pantanal, son áreas que se ubican en el fondo de los valles y próximo a los cursos de agua con una topografía casi plana; los suelos presentan

- textura entre textura moderadamente gruesa a mediana; por lo general tienen un buen drenaje interno aunque se trata de zonas inundable.

Clima

Según Unzueta (1975) la zona presenta un clima muy variado, con temperatura máxima de hasta 31 ° C, precipitaciones que fácilmente sobrepasan los 1775 mm en la época de verano. Siendo este tipo de clima muy adecuada para la germinación, crecimiento de la regeneración natural, pero esta humedad almacenada es insuficiente para soportar la época seca (invierno) con temperaturas mínimas de 18 °C, por tal razón el suelo sufre una desecación profunda donde ninguna regeneración natural puede vivir.

Responden a un clima de las características cálido tropical, con estaciones de marcadas diferencias en lo que concierne a la humedad. La temperatura media anual es de 24° C, la precipitación pluvial media anual es de 1.158 mm. Cuya distribución de mayor precipitación ocurren en los meses Noviembre a Marzo.

Vegetación

Unzueta y Tosi (1975) han diferenciado 4 estratos en los bosques: superior o alto, intermedio o medio, inferior y suprimido. Entre los diferentes estratos de bosque tenemos a los más importantes:

Bosque alto: Comprende la masa forestal de mayor desarrollo con referencia a la altura y cobertura de sitio. Se localiza en los lugares de mayor drenaje y humedad con suelos fértiles. El piso superior esta en torno de 18 a 20m. Comprende especies forestales de mayor interés económico, cuyos diámetros a la altura del pecho se hallan comprendidos entre 50 y 100 cm. Las trozas buenas de extracción pueden ser de 1 o 2 y excepcionalmente 3. Entre las especies se tiene: Curupaú (*Anadenanthera colubrina*), cuta (*Phyllostylon sp.*), soricó o roble (*Amburana cearensis*), morado o moradillo (*Machaerium sp.*), y otros.

Los pisos intermedio e inferior están integrados mayormente por especies de uso tecnológico desconocido, sin embargo, pueden citarse algunos de ellos que son utilizados en la construcción: tajibo (*Tabebuia sp.*), soto (*Schinopsis sp.*), momoqui (*Caesalpinia sp.*). Bosque mediano: Se refiere al bosque de transición entre el bosque bajo y alto, con las características de una formación secas, subtropicales, con suelos permeables. El piso superior comprende árboles entre 14-16 m, ocupa la mayor extensión y se desarrolla en lugares llanos y ligeramente ondulados. Entre las especies características de importancia comercial, se pueden citar: soricó (*Amburana cearensis*), morado (*Peltogine sp.*), moradillo (*Machaerium sp.*) curupaú (*Piptadenia macrocarpa*) y otros. El presente trabajo se realizado con la consultora forestal Bosque e Industria localizada en la provincia Velasco del departamento de Santa Cruz, donde se hará un seguimiento a las actividades que se realizan en el aprovechamiento forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales de gabinete

Computadora; Planillas de censos forestales; Base digitales de censo forestales; Material de escritorio; Planillas de informes de rodeos; Ley forestal; Normas técnicas.

Materiales de campo

PS (Garmin 12XL); Mapas y planillas de censo (árboles aprovechables); Tizas o crayones de ceras; planillas de registros; CFOs A1 para el transporte de madera en trozas; Pintura; Calculadora; Brújula (Suunto); Cinta métrica; Motosierra Sthil 660

Metodología

El presente trabajo se realizó en la en 2 sub compartimiento del POAF de la propiedad privada COTOCA Para la elaboración del mismo se utilizó una metodología que consta de las siguientes fases:

- a) Reconocimiento de campo
- b) Planificación en gabinete de actividades

- c) Capacitación del personal de campo
- d) Corta de lianas y liberación de malezas
- e) Corte o apeo de arboles
- f) Rodeo de fustes
- g) Saneos de fustes a trozar
- h) Despacho de trozas
- i) Conciliaciones de volúmenes

Reconocimiento de campo

Antes del aprovechamiento forestal en la primer se realizó una pericia de campo o de reconocimiento del área en cuestión, con la ayuda de las planillas del censo y el mapa de árboles aprovechables, donde se corrigieron algunos errores durante la ejecución del censo forestal como es el caso común de árboles con números repetidos, especies que no correspondían con lo registrado en planilla (Ver en anexo, figura A1)

Planificación

Una buena planificación para el aprovechamiento forestal es el punto clave de partida para tener buenos resultado, La principal herramienta para realizar un buen seguimiento en el aprovechamiento es contar con toda la información del área a intervenir, para este trabajo se utilizaron los mapas de los arboles aprovechables que se tenían que cortar, se elaboraron las planillas de corta con los datos del censo, donde se pueden contar con la información de la ubicación de las de las fajas, picas, números de árboles, diámetros y su alturas comerciales

Capacitación del personal

Para el área de la AAA-211-2 se capacitó al equipo de corta para minimizar errores durante la ejecución del aprovechamiento como ser; corte de árboles remanente, árboles de futura cosecha (AFC) y también para evitar riesgo o accidentes que suceden en muchos casos.

Corta de lianas

Se realizó el tratamiento silvicultural de corta de lianas, en esta operación se cortaron las lianas en algunos árboles ya que en esta zona existen muy pocas pero se aprovechó para limpiar 1m en circunferencia al árbol a para facilitar al aperador de motosierra el corte de los árboles y mitigar accidentes.

Ejecución de aprovechamiento

Corte o apeo de árboles.

El corte se lo realizo con dos grupos de cortadores, cada grupo estaba compuesto por un operador de motosierra, un ayudante de motosierrista y planillero, el área estaba dividido en dos fajas (Faja A y Faja B) y 22 picas, el primer grupo corto desde la pica cero (0) hasta la pica 10 de y el segundo grupo corto desde la pica 11 hasta la pica 22.

En esta operación, se direccionó las caída de los árboles para no causar daños a los árboles de futura cosecha, como también a los arboles remanentes que se encontraban cerca a los arboles a cortar, se registró en planillas los árboles cortados tomándoles su medida dasométricas, y se los numero con tizas de cera color blanco y azul en la base y en el tocón con el número de placa que le correspondía, como se puede ver en el cuadro 2

Cuadro 23. Planilla de registro de árboles cortados.

PROPIEDAD...RESPONSABLE...FECHA.....FAJA.....PICA..

N° árbol	Sección	D1	d2	Largo	Observación

Rodeo de fustes

Con las planillas de corte y el mapa de aprovechamiento se procedió al rodeo de la madera cortada, se planificaron las pistas de arrastre, los rodeos o patio de la madera en troza. El área ya contaba con un camino principal que fue de mucha de ayuda para el ingreso.

Informes de rodeos

Para los dos informes de rodeos se realizó cumpliendo los requisitos exigido por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Boques y Tierras (ABT), donde se cuantifico la madera en troza, se registraron los datos dasométricos de las mismas, para la solicitud de los Certificados Forestales de Origen (CFOsA1). Se verificaron si los números asignados durante el corte están visibles y luego remarcarlos con pintura de color blanco, también se marcaron los números de rodeos y se tomaron coordenadas de cada rodeo, todos estos datos fueron registrados en planillas como se puede observar en el cuadro 3.

Cuadro 24. Planillas de registro de informe de rodeo.

PROPIEDAD.....FECHA....COORD.X...Y.....RODEO..

Especie	Faja	N° árbol	sección	D. mayor	d. menor	Largo	Vol.

Fuente: Unidad Operativa de Bosques y Tierra San Ignacio de Velasco.

Para hacer el cálculo de la cantidad de CFO's fue la siguiente:

$$\frac{\text{Volumen rodeado (m3)}}{\text{Capacidad de carga (m3)}} = \text{Cantidad de CFOs}$$

El total de metros cúbicos rola dividido por la capacidad de metros cúbicos (m3) que puede transportar según la capacidad el camión (dato promedio aplicado por la UOBT-SIV)

En los informes de rodeos es donde se registra la madera en troza que se cortó y fue rodeada para su transporte a los centros de procesamiento primario o aserraderos.

Requisitos para los informes de rodeos (fuente: ABT)

Los requisitos para elaborar los informes de rodeos exigidos por la Autoridad de Fiscalización y control de Bosque y Tierras son las siguientes:

- Carta de solicitud firmada por el representante legal y por el agente auxiliar del derecho forestal autorizado.
- planillas de los rodeos en formato digital y físico.
- Resumen del volumen y la cantidad de trozas a transportar
- Boleta de pago por concepto de valorado más el formulario de preliquidación general

Fórmula para calcular el volumen de madera en troza fue Smaliam

$$\text{Volumen} = 0.7854 * \frac{dM^2 + dm^2}{2} * L$$

Donde:

Dm = Diámetro mayor promedio (en m).

dm = Diámetro menor promedio (en m).

L = Longitud (en metros).

Despacho de trozas

Una vez emitidos los CFOs A1 (Certificados Forestales de Origen) se procedió al despacho de madera solicitada con toda normalidad, ya el despacho estaba estrictamente bajo la responsabilidad de la persona asignada.

Conciliaciones de volúmenes

Se realizaron conciliaciones de volúmenes, los volúmenes autorizados Vs. El volumen transportado. Esta conciliación se la realizó de forma periódica y a medida que se realizaban los despachos de madera en troza, el objetivo de esta actividad es detectar cualquier demasía e informar esta situación a la autoridad competente y así evitar sanciones innecesarias por falta de control y seguimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Corte o Apeo de arboles

En la AAA-2011-2 se cortaron 1008 árboles de distintas especies que estaban autorizadas haciendo un volumen de 1209.17 m³, donde cada operador cortada un promedio de 25 árboles por día que es un promedio aceptable (Ver en anexo, figura A2). Mientras que en AAA-2011-1 se cortaron 652 trozas haciendo un volumen de 901.91 m³.

Rodeo de fustes

En los dos sub compartimento se rodeó con un tractor agrícola adaptado con güinche y pala (Ver en anexo, figura A3), también se facilitó un guía conocedor del área y que participo en la corta el mismo que hizo de mostrador de la madera cortada, donde se aperturaron 15 rodeos por el motivo de que el tractor era pequeño y no podía arrastrar largas distancias también ya existía un camino que pasaba por el medio del área, se rodearon 1.005 trozas faltando por rodear 1 troza de tajibo, 2 trozas de Cuchi no se rodearon por encontrarse en malas condiciones (huecas).

En el segundo área, se aperturaron 5 rodeos donde se rodearon 634 trozas de diferentes especies pero en el corte fueron reportados 652 árboles cortados, quedándose sin rodear 13 trosas, 5 trozas s estaban en malas condiciones (huecas).

Informe de rodeos y saneo de trozas

Unas veces rodeada en los patios de acopio las trozas que fueron cortada de las dos áreas de trabajo se procedió al saneo, este proceso consiste en descartar partes de las trozas que se encuentra en malas condiciones (podridas, rajaduras, curvas, o nudos atc.) (Ver en anexo, figura A4 y A5), que bajan la calidad de las mismas. Toda las trozas que fueron saneadas, fueron seccionadas (trozas A, B, C) se asigno el mismo numero que se le otorgo en senso forestal usatizando pintura blanca visible para facilitar la siguiente fase que es el despacho de trozas, en el cuadro 4 y 5 se muestra la cantidad de trozas seccionadas de las especies aprovechadas de las áreas de trabajo.

Cuadro 25. Trozas rodeadas, saneadas y seccionadas AAA-2011-2.

Especies	Secciones			Total	Vol. M3
	A	B	C		
AJUNAO (<i>Pterogyne nitens</i> Tul.)	25	2		27	26,92
CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.)	8			8	7,77
CUCHI (<i>Astronium urundeuva</i> (Allemao) Engl.)	200	45	21	266	196,44
CURUPAU (<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) Benth.)	150	10	7	167	167
JICHITURIQUI (<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Muell. Arg.)	38	5		43	35,23
MOMOQUI (<i>Caesalpinia corymbosa</i> Benth)	45	5		50	51,06
PAQUIO (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	3			3	6,93
PICANA (<i>Cordia</i> sp.)	5			5	3,59
ROBLE (<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A. C. Smith)	20	6		26	40,24
SOTO (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)	18	6	4	28	52,97
TAJIBO (<i>Tabebuia</i> sp.)	350	55	5	410	453,96
VERDOLAGO (<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pavon) Steudel)	5			5	4,83
TOTAL	867	134	37	1038	1046,94

En el informe de rodeo de la AAA-2011-2 se registraron 1038 trozas saneadas de diferentes especies haciendo un total de 1046.94 m³ de madera en rola, donde se solicita a la autoridad de fiscalización y control social de bosques y tierra (ABT), 50 CFOs A1 Certificados Forestales de Origen para el transporte de madera trozas.

Cuadro 26. Trozas rodeadas, saneadas y seccionadas AAA-2011-1.

Especies	Secciones			Total	Vol. M3
	A	B	C		
AJUNAO (<i>Pterogyne nitens</i> Tul.)	3			3	3,34
CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.)	14	3		17	22,17
CUCHI (<i>Astronium urundeuva</i> (Allemao) Engl.)	153	30	24	207	263,75
CURUPAU (<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) Benth.)	24	6		20	21,26
JICHITURIQUI (<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Muell. Arg.)	10	2	1	13	20,83
MOMOQUI (<i>Caesalpinia corymbosa</i> Benth)	24	5	3	22	23,6
PICANA (<i>Cordia</i> sp.)	5			5	4,39
ROBLE (<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A. C. Smith)	16	8		24	33,65
SOTO (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)	27	8	3	38	66,75
TAJIBO (<i>Tabebuia</i> sp.)	212	45	20	277	316,38
VERDOLAGO (<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pavon) Steudel)	10	3		13	15,77
TOTAL	498	110	51	639	791,89

En el área del sub- compartimiento de AAA-2011-1 se registraron 634 árboles en rodeo y 5 árboles reportados huecos haciendo un total de 639 árboles rodeados faltando 13 árbolesPor rodear quedando 634 trozas para transportar sumando un volumen de 791.84 m³ en rola, donde se solicitaron 35 CFO's a la A.B.T.

Despacho

El area de la AAA-2011- 2 se utilizaron 50 CFOs A1 (ver en anexo,cuadro A2) donde se despacho 718.21 mr, que fueron 68.60% del volumen autorizado en rodeo quedando un saldo en rodeo de 328.74 m³ en rola .

Para el area de la AAA-2011-1 se utilizaron 20 CFOs (ver en anexo, cuadro A3) de los 35 que se solicitaron a la ABT y se despacho 346.18 mr, haciendo un 43.71% del total de la madera autorizada en los informes de rodeos, las demas trozas no se transportaron porque el comprador no cumplio el contrato de comprar todas las especies rodeas y solo compro las especies valiosas.

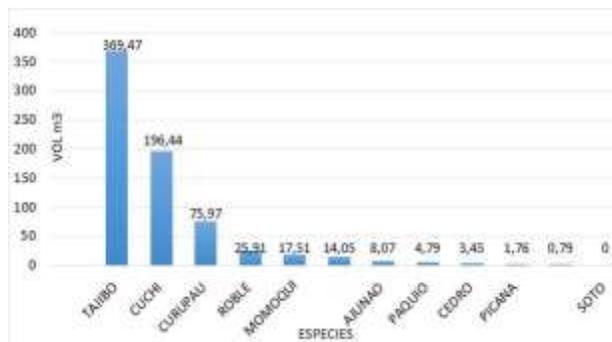


Figura 11. Volumen en m3 transportados a los diferentes centros de procesamientos de materia prima. AAA-2011-2.

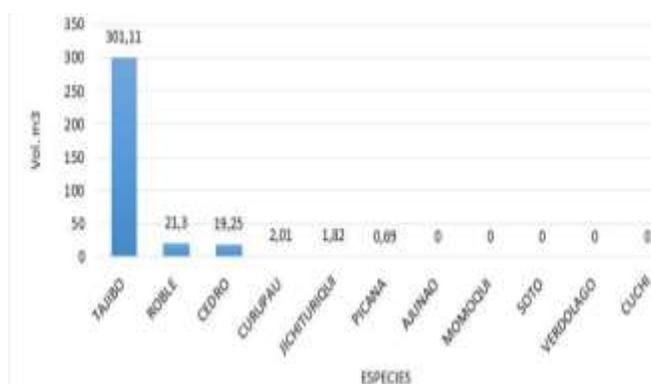


Figura 12. Volumen m3 transportados a los centros de procesamientos AAA-2011-1.

Conciliaciones de volúmenes

En el cuadro 7 se puede observar que en la AAA-2011-2 el volumen autorizado según el censo forestal es de 1220.82 m³r pero una vez aprovechado fueron 1046.94 m³r , teniendo como resultado de 85.75% de volumen registrado en rodeo del volumen total según el censo habiendo una diferencia de 173.88m³r; mientras que en la AAA-2011-1 el volumen según el censo es de 834.84 m³, registrándose en rodeo 791.89m³ haciendo un 94.28% del volumen total del censo teniendo una diferencia de 47.95 m³r ,estas diferencias se pueden atribuir a los siguientes factores:

- Diferencia entre el volumen censado y el volumen real obtenido una vez fue tumbado el árbol, el dato obtenido en el censo forestal es una estimación referente a las alturas de los arboles
- El saneo que se le realiza a las trozas en rodeo por diferentes motivos (estado sanitario, rajaduras en los extremos, etc.).

Cuadro 27. Conciliación de volumen de censo forestal versus volumen aprovechado y transportados AAA-2011-2.

Especies	Volumen Censo	Cortado y Saneado	Diferencias de Volumen	Diferencia	Volumen Transportados	Saldo
	m3	m3	m3	%	m3	m3
AJUNAO. (<i>Pterogyne nitens</i> Tul)	34,03	26,92	7,11	20,89	8,07	18,85
CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.)	12,22	7,77	4,45	36,42	3,45	4,32
CUCHI (<i>Astronium urundeuva</i> (Allemao) Engl.)	306,6	196,44	110,16	35,93	196,44	0
CURUPAU (<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) Benth.)	185,48	167	18,48	9,96	75,97	91,03
JICHITURIQUI (<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Muell. Arg.)	34,29	35,23	0,94	2,74	14,05	21,18
MOMOQUI (<i>Caesalpinia corymbosa</i> Benth)	52,18	51,06	1,12	2,15	17,51	33,55
PAQUIO (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	7,2	6,93	0,27	3,75	4,79	2,14
PICANA (<i>Cordia</i> sp.)	5,52	3,59	1,93	34,96	1,76	1,83
ROBLE (<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A. C. Smith)	47,85	40,24	7,61	15,90	25,91	14,33
SOTO (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)	50,5	52,97	(2,47)	(4,89)		52,97
TAJIBO (<i>Tabebuia</i> sp.)	479,3	453,96	25,34	5,29	369,47	84,49
VERDOLAGO (<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pavon) Steudel)	5,65	4,83	0,82	14,51	0,79	4,04
TOTAL	1220,82	1.046,94	173,88		718,21	328,74

Cuadro 28. Conciliación de volumen de Censo Foresta vs volumen aprovechado y transportado AAA-2011-1.

Especies	Volumen Censo	Rodeado y Saneado	Diferencia De Volumen	Diferencia	Volumen Transportado	Saldo
	m3	m3	m3	%	m3	m3
AJUNAO (<i>Pterogyne nitens</i> Tul.)	3,63	3,34	0,29	7,99	0	3,34
CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.)	30,15	22,17	7,98	26,47	19,25	2,92
CUCHI (<i>Astronium urundeuva</i> (Allemao) Engl.)	259,32	263,75	-4,43	(1,71)	0	263,75
CURUPAU (<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) Benth.)	29,92	21,26	8,66	28,94	2,01	19,25
JICHITURIQUI (<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Muell. Arg.)	14,63	20,83	-6,2	(42,38)	1,82	19,01
MOMOQUI (<i>Caesalpinia corymbosa</i> Benth)	21,66	23,6	-1,94	(8,96)		23,6
PICANA (<i>Cordia</i> sp.)	4,73	4,39	0,34	7,19	0,69	3,7
ROBLE (<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A. C. Smith)	39,8	33,65	6,15	15,45	21,3	12,35
SOTO (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)	81,32	66,75	14,57	17,92		66,75
TAJIBO (<i>Tabebuia</i> sp.)	341,11	316,38	24,73	7,25	301,11	15,27
VERDOLAGO (<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pavon) Steudel)	13,58	15,77	-2,19	(16,13)	0	15,78
Total	839,84	791,89	47,96		346,18	445,72

CONCLUSIONES

- se realizó seguimiento y control en los sub-compartimientos de las AAA-2011-2 Y en AAA-2 del plan general de manejo de la propiedad privada Cotoca, desde la corta de los árboles, rodeos, informes de rodeos, saneado de trozas y despacho de la materia prima a los centros de procesamientos.
- En el área de la AAA-2011-2 se cortaron y se registraron 1008 árboles aprovechables haciendo un volumen de 1046.94m3 en rola, mientras que en la AAA-2011-1 se cortaron 625 árboles aprovechable haciendo un volumen de 901.9 m3 en rola fustes sin sanear.
- En los informes de rodeos para las dos compartimientos se solicitaron 85 CFO's A1 (certificados forestales de origen para madera en troza) cumpliendo con los requisitos que establecidos por la autoridad de fiscalización y control de bosque y tierras ABT, utilizando 50 CFO's para la AAA-2011-2 y 20 CFO's en la AAA-2011-1 quedando 15 CFO's inutilizados que los mismo fueron de vuelta a la ABT.
- Durante el despacho fueron transportadas 718.21 m3 en rola y quedando un saldo de 328.74 m3 en rola en la AAA-2011-2, mientras que el 2do área fueron transportados 346.18 m3 en rola y quedando un saldo en rodeo de 445.72 m3 en rola, este saldo será transportado en breve plazo de tiempo.
- Las conciliación entre el volumen del censo y el volumen rodeado y saneado en la AAA-2011-2 se puede evidenciar que el volumen del censo es de 1220.82 m3 y el volumen

rodeado y saneado fue 1046.94 m³ habiendo una de diferencia de 173.88 m³, por otra parte en la AAA-2011-1 el volumen del censo es de 839.84 m³ y el volumen el volumen rodeado y saneado es de 791.89 m³, haciendo una de diferencia de 47.97 m³, esto sucede porque durante el censo hay medidas que son estimada como es en el caso de altura del árbol censado, también puede ser por: errores cometidos en los diámetros durante el censo y por otra parte otro factor sería el saneo que se realiza en los rodeos de algunas trozas que presenta algún tipo de defectos (pudriciones, tortuosas y huecas).

RECOMENDACIONES

- Usar tizas o crayones de cera de color blanco o azul para el marcado de trozas durante el corte, porque este color es más visible y no se borran fácilmente por el agua o durante el arrastre.
- Seleccionar las trozas por especies en los rodeos para facilitar el cargado para el transporte.
- Sanear la madera en troza antes de la elaboración y presentación del informe de rodeo, esto para evitar malas interpretaciones en los cálculos posteriores al saneo.
- Que los rodeos tengan un ancho adecuado para poder manipular las maquinarias sin ningún problema.
- Es necesario que los propietarios de manejos forestales y empresarios madereros, cuenten con un técnico profesional de campo para realizar un buen seguimiento y control a las operaciones forestales de campo.

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, P., Verissimo, J., Barreto, P., Vidal, E. 1998. Bosque para siempre un manual para la producción de madera en la amazonia. Ed. WWF Suecia. Belem, Imazonn, Brasil.
- Contreras, F., Cordero, W., Fredericksen, T. 1996. Evaluación del aprovechamiento forestal en la comunidad de Bella Flor, Lomerío. Documento técnico 35, Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Cordero, W., Guzmán, R. 1996. Hacia el manejo forestal sostenible. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

- Camacho, O. 1997. Análisis del impacto de un aprovechamiento forestal en el bosque seco sub-tropical de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Documento técnico 57, Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Fredericksen, T., Contreras, F., Pariona, W. 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Documento técnico Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- FCBC. 2006a. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de San Ignacio de Velasco. FCBC, Santa Cruz, Bolivia.
- Ley Forestal N° 1700. Nueva Ley Forestal N° 1700 del 12 de julio de 1996, Artículo 03. Definiciones inciso b. Santa Cruz, Bolivia.
- Ley Forestal N° 1700. Nueva Ley Forestal N° 1700 del 12 de julio de 1996, Artículo 27.
- Parágrafo I (Plan de Manejo y Programa de Abastecimiento de Materia). Santa Cruz Bolivia.
- Normas técnicas para la elaboración de instrumentos de manejo forestal (inventarios, planes de manejos, planes operativos, mapas) en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 hectáreas con Resolución Ministerial No 248/98 del 26 octubre de 1996.
- Reglamento de la nueva ley forestal, D.S. No. 24453, del 21 de diciembre de 1996. Artículo 1, Parágrafo II. (Disipaciones Generales)
- Sabogal, C., Carrera, F., Colán V., Pokorny, B. & Louman, B. (Eds.). 2004. Manual para la planificación y evaluación de manejo forestal operacional en bosques de la Amazonía Peruana. Lima, Perú.
- Pawloski, G. 2006. Evaluación Económica del Manejo Forestal Comunitario Provincia. Velasco. CIAT, DED, Santa Cruz, Bolivia.
- Tanner, H. 1997. Técnica de corta dirigida. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Unsueta, Q.Q. y Tosí, J. JR. 1975. Mapa Ecológico de Bolivia. Ministerio de Asunto Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia.

CARACTERIZACIÓN DE LA ANATOMÍA FOLIAR Y DENSIDAD ESTOMÁTICA DE *Nicotiana glauca* Graham. (SOLANACEAE)¹

YULIZABETH PINTO ROJAS² JULIO CESAR SALINAS² JORGE SUAREZ AÑEZ² FABIOLA AGUILAR MOLINA²

RESUMEN. La familia Solanaceae es una de las angiospermas con distribución cosmopolita, siendo América del Sur uno de sus principales centros de endemismo; En Bolivia esta familia está representada por 35 géneros con 200 especies, destacando el género *Nicotiana* L. Que está situada en el segundo lugar con mayor número de representantes a nivel género poseyendo 16 especies; entre la más conocida y usada en la medicina tradicional está *N. glauca* o “Karlawa” una planta nativa de porte arbustivo y distribuida en zonas bajas; además su fisiología la favorece para ser una planta bioindicadora, también suele ser de uso dermopático; esta especie ha sido estudiada desde el punto de vista farmacobotánico no se tiene referencia en cuanto a la anatomía foliar; Por tanto el presente trabajo tiene como objeto la caracterización anatómica de *Nicotiana glauca* Graham con la finalidad de proporcionar patrones anatómicos que faciliten la identificación de esta especie en estado fragmentado, además contribuirá con información para estudios posteriores farmacobotánicos y fisiológicos. Además contribuirá con información para estudios posteriores farmacobotánicos; para ello se colectaron las hojas y se hicieron cortes histológicos de la región nervural, internervural, borde y epidermis, utilizando la técnica a mano alzada e impresión y posteriormente se sumergieron en lavandina con el fin de clarificar la muestra enjuagándolas con agua destilada, para la coloración se utilizó Azul de toluidina, y a través de registros fotográficos se interpretaron los resultados, llegando a la conclusión de que anatómicamente presenta un mesófilo heterogéneo dorsiventral con parénquima empalizado, esponjoso y de relleno; tiene presencia de cristales de arenilla en la región internervural y borde, haz vascular en forma de arco con colénquima angular en la nervadura central; en cuanto a la densidad estomática en ambiente húmedo presenta mayor número de estomas en la parte adaxial con 195, 7 - Abaxial con 174,3 y en ambiente seco presenta en la parte Abaxial 176 y Adaxial con 164 en un campo de 0, 1963 mm², de esa manera se concluye que el tipo de hoja es anfistomática siendo el individuo de región húmeda la más predominante en número de estomas.

Palabras Claves: *Nicotiana glauca*, Anatomía foliar

CHARACTERIZATION OF FOLIAR ANATOMY AND STATIC DENSITY OF *Nicotiana glauca* Graham. (SOLANACEAE)

ABSTRACT. The Solanaceae family is one of the angiosperms with cosmopolitan distribution, with South America being one of its main centers of endemism; In Bolivia this family is represented by 35 genera with 200 species, highlighting the genus *Nicotiana* L. Which is located in the second place with the largest number of representatives at the genus level with 16 species; Among the best known and used in traditional medicine is *N. glauca* or “Karlawa”, a native bush-bearing plant distributed in low areas; in addition its physiology favors it to be a bioindicator plant, it is also usually dermopathic; This species has been studied from the pharmacobotanic point of view; there is no reference as to the foliar anatomy; Therefore, the present work aims at the anatomical characterization of *Nicotiana glauca* Graham in order to provide anatomical patterns that facilitate the identification of this species in a fragmented state, and will also contribute information for subsequent pharmacobotanical and physiological studies. It will also contribute information for subsequent pharmacobotanical studies; For this, the leaves were collected and histological sections of the nervous, internervural, border and epidermis regions were made, using the freehand and printing technique and subsequently immersed in lavandina in order to clarify the sample by rinsing them with distilled water, for coloration was used toluidine blue, and through photographic records the results were interpreted, concluding that anatomically it presents a heterogeneous dorsiventral mesophile with palisade, spongy and filling parenchyma; it has presence of sand crystals in the internervural region and edge, arc-shaped vascular beam with angular collenchyme in the central rib; in terms of stomatal density in a humid environment, it has a greater number of stomata in the adaxial part with 195, 7 - Abaxial with 174.3 and in dry environment it has in the Abaxial part 176 and Adaxial with 164 in a field of 0, 1963 mm² In this way it is concluded that the type of leaf is amphomatomatic, with the individual from the humid region being the most predominant in the number of stomata.

Keywords: *Nicotiana glauca*, Foliar anatomy

¹ Sometido en 08 /09/2019. Aceptado para publicación el 17/11/2019. Investigación formativa Licenciatura Biología 2019

² Estudiantes Biología. Santa Cruz, Bolivia - email: pintorjas@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La familia Solanaceae es una de las angiospermas con mayor número de representantes, comprende 106 géneros y 3000 especies, que son de distribución cosmopolita (Olmstead *et al.* 1999); siendo América del Sur uno de sus principales centros de endemismo (Hunziker 2001). En Bolivia esta familia está representada por 35 géneros con 200 especies (Pierre *et al.*, 2007) donde destaca el género *Nicotiana* L. ocupando el segundo lugar con mayor número de representantes, involucrando 16 especies (Jorgense *et al.* 2015)

Este género presenta pelos pluricelulares diversamente ramificados, mientras que en el peciolo exhibe una cadena vascular biclateral mediana en forma de arco que generalmente está acompañada de 1- 4 haces, además presenta cristales de arena ampliamente distribuidos en el tallo más que en la hoja (Metcalf & Chalk, 1950)

Mientras que en Santa Cruz, se encuentran las especies: *N. glauca* Graham, *N. tabacum*, *N. longiflora*, *N. otophora*, *N. plumbaginifolia*, *N. sylvestris* y *N. wigandioides*, siendo algunas de ellas malezas, otras ornamentales y cultivables. Entre las más conocidas y usadas en la medicina tradicional están: *N. glauca* o también conocida como “Karalawa,” que es una planta nativa y de porte arbustivo, distribuida en las zonas bajas, bosques semidecuidos chiquitanos, bosque tucumano boliviano y valles secos (Jorgense *et al.* 2015). Además de ser considerada maleza, suele ser utilizada como agente dermatopático (Lujan 2008; Guttentag 1989). Hay estudios realizados que comprueban que la especie tiene propiedades tóxicas, narcóticas, alucinógenas, teratogénicas, insecticidas y medicinales (Steenkamp 2002 y Lifchitz 1968), siendo muy rica en alcaloides como anabasina que es el más predominante, nicotina y normicotina (Keeler 1984).

Esta especie han sido estudiadas desde el punto de vista farmacobotánico, ecológico y muy escasos anatómicos; Sobre esto al respecto Gonzales y Casares (1996), indican que estos estudios son muy importantes en plantas que son utilizadas como medicinales, asimismo la hoja es el órgano en donde se encuentran el mayor contenido de los elementos activos. (San, Luz & Barroso, 2002)

Por tanto, el presente trabajo tiene como finalidad caracterizar la anatomía foliar de *Nicotiana glauca* Graham en dos tipos de ambientes: Seco y húmedo con la finalidad de contribuir a estudios fisiológicos y ecológicos, ya que se encuentra escasa información de este tipo de estudio en la

bibliografía. De esa manera poder comprender la respuesta de la planta a los distintos cambios que ocurren en la planta y su ambiente. Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar la anatomía foliar de *Nicotiana glauca* Graham con la finalidad de proporcionar patrones anatómicos que faciliten la identificación de esta especie en estado fragmentado, además contribuirá con información para estudios posteriores farmacobotánicos y fisiológicos, identificar las estructuras anatómicas que componen las hojas de las especies de *Nicotiana glauca* G. y evaluar la densidad estomática de *Nicotiana glauca* Graham

MATERIAL Y METODOLOGIA

Área de estudio

El departamento de Santa Cruz se encuentra ubicado en la parte centro oriental de Bolivia, en la región amazónica, chaqueña, andina, pantanal, chiquitana, cerrado y boliviano tucumano; presenta un clima tropical con una temperatura promedio de 29°C a 32°C en primavera, llegando hasta los 40°C; tiene una superficie de 370.621 km² siendo el departamento más extenso de Bolivia, con una altura que oscila entre los 300 y los 1.600 msnm (Peña, 2009).

De esa manera las muestras de *Nicotiana glauca* se colectaron en dos tipos de ambientes:

- ❖ Ambiente seco: el 7mo anillo de la radial 17 ½ barrio telchi de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.
- ❖ Ambiente húmedo: municipio de Mairana de la ciudad de Santa Cruz (ver figura 1).



Fig. 1 Ubicación del Área de muestreo

Fase de campo

Para la obtención de las muestras se procedió a coleccionar las hojas del cuarto a sexto nudo de ambos individuos de *Nicotiana glauca* arriba. (Ver figura 2)



Figura 2. Fotografía de *Nicotiana glauca*

Fase de laboratorio

Para la descripción anatómica foliar se fijaron placas semipermanentes, de la porción media del limbo y del peciolo realizando cortes transversales y paradermales con la ayuda de navajas para afeitar y como soporte el plastroformo. Las muestras se clarificaron con lavandina posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada. Para la coloración diferencial se utilizó Safranina– Azul de astra (López, 1990), finalmente las muestras se fijaron entre un porta y un cubre objeto con una gota de gelatina glicerina (Kraus & Arduin, 1997) para su conservación.

Ya obtenidas las placas fijadas se procedió a observar en un microscopio binocular OLYMPUS CX31 con los objetivos de 10X y 40X, posteriormente se tomaron fotografías con la cámara del celular Samsung Galaxy S4 mini.

Para el conteo de estomas se realizó una tñido con azul de Astra y Safranina de la lámina foliar tanto adaxial como abaxial utilizando un pegamento llamado la gotita, se tomaron tres réplicas de la superficie en cada muestra, y se calculó el área de campo del objetivo 40X en el microscopio binocular OLYMPUS CX31.

La descripción, identificación y toma de fotografías de las hojas se realizó en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Agrícolas - Carrera de Biología. (Ver fig. 3)



Figura 3. Representación del trabajo en laboratorio para el corte de las hojas de *Nicotiana glauca*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Epidermis adaxial y abaxial de *Nicotiana glauca* en Ambiente Húmedo

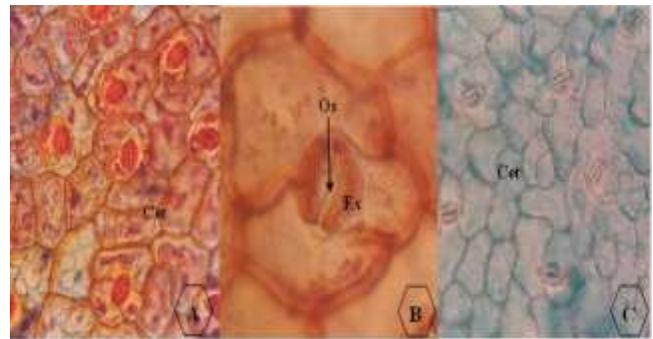


Figura 4: A) Vista frontal de la epidermis adaxial 40X. B) Detalle del estoma 40X C) Vista frontal de la epidermis abaxial 40X. Cet: células epidérmicas típicas. Ci: cistolito alargado. Es: estoma ciclocítico. Tr: tricoma glandular. Cet: células epidérmicas típicas. Es: Detalle de los estoma anomocítico abierto. Os: Ostiolo

Epidermis adaxial y abaxial de *Nicotiana glauca* en Ambiente Seco

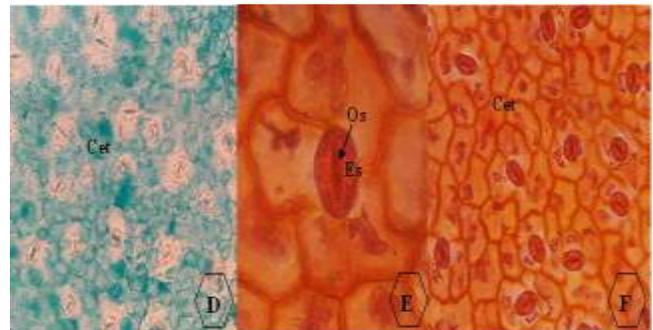


Figura 5: D) Vista frontal de la epidermis adaxial 40X. E) Detalle del estoma 40X F) Vista frontal de la epidermis abaxial 40X. Cet: células epidérmicas típicas. Es: Detalle de los estoma anomocítico abierto. Os: Ostiolo

Corte internerval

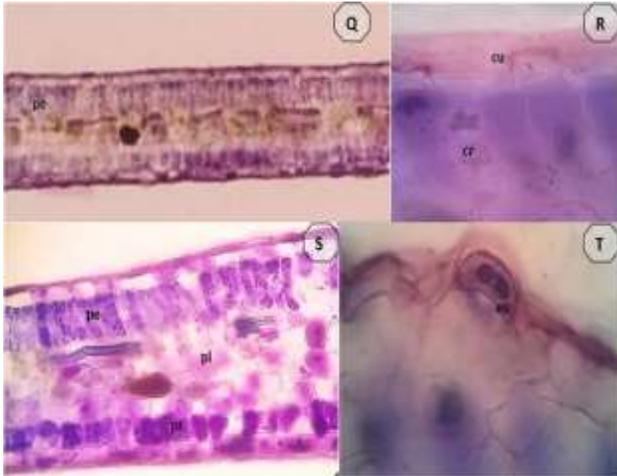


Figura 6. Q) Vista de la región internerval de *Nicotiana glauca* G. R) cristales (cr) en el parénquima empalizado, cutícula (cu) S) Detalle del mesófilo dorsidental heterogéneo: con presencia de parénquima empalizado en la región del envés (pe), parénquima esponjoso (pl) y parénquima de relleno (pr). S) estoma (es).

Corte de la Nervadura Central



Figura 7. Vista general de la nervadura central de *N. glauca* Graham., con presencia de parénquima empalizado en el haz y envés (pe) y parénquima de relleno (pr). T) detalle del colénquima angular (col) U) detalle del haz vascular en forma de semiarco: xilema (xi) y floema (fl)

Corte del Borde foliar

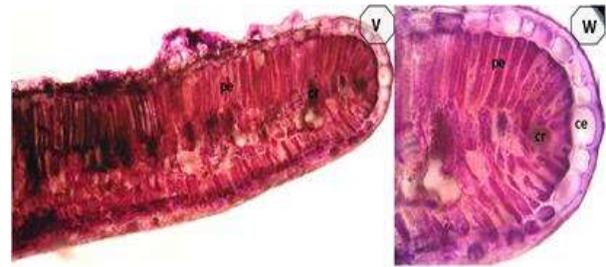


Figura 8. V) Vista general del Borde foliar arredondeado; W) células epidérmicas en la base del borde (ce), parénquima empalizado rodeando la base del borde (pe), cristales de arenilla (cr)

Corte del Pecíolo



Figura 9. X) Vista general del pecíolo de *Nicotiana glauca* G. Y) Detalle del estoma en el pecíolo: estoma (es), cámara sub estomática (cse), colénquima angular (col), parénquima empalizado (pe).

Densidad estomática

Se representa en la (Figura9) y (Figura 10) la representación de la Densidad estomática en los dos tipos de ambientes.

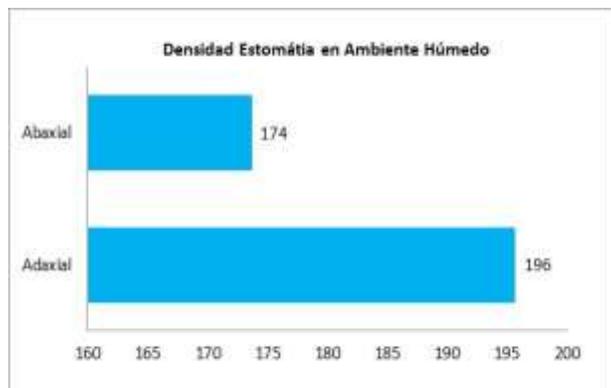


Figura 9. La Figura 9 Indica que la lámina foliar de *N. glauca* en un ambiente húmedo presenta mayor número de estomas en la parte adaxial con 195,7 y Abaxial con 174,3 en un campo de 0,1963 mm².

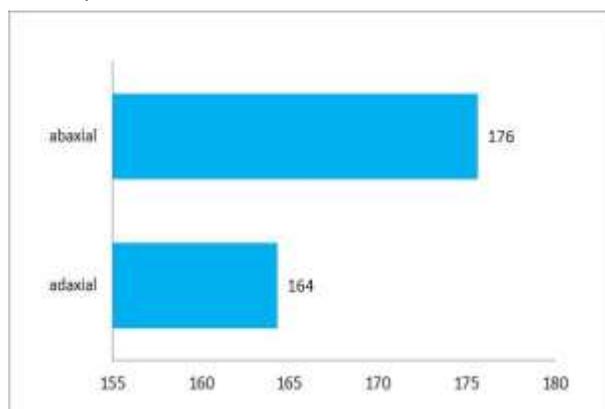


Figura 10 indica que la lámina foliar de *N. glauca* en ambiente seco presenta en la parte Abaxial con 176 y Adaxial con 164 en un campo de 0,1963 mm²

CONCLUSIÓN

- Atómicamente la especie de *Nicotiana tabacum* L. y *Nicotiana glauca* G. presenta un mesófilo heterogéneo dorsiventral con parénquima empalizada, esponjoso y de relleno; tienen presencia de cristales de arenilla en la región internervural, borde y haces vascular estos mismos en forma con arco con colénquima angular en la nervadura central.
- *N. glauca* también posee estomas anomocítico, siendo la estructura de protección una cutícula bien resaltante.
- En cuanto a la densidad estomática en ambiente húmedo posee una mayor cantidad de estomas en la región adaxial y se podría decir que no hay una gran diferencia significativa en cuanto a la región abaxial de ambos tipos de ambientes;

puede que la presencia de estomas se haya observado debido a que la humedad relativa en la ciudad de Santa Cruz de la sierra hubiera estado en una época con bastante humedad relativa atmosférica.

RECOMENDACIÓN

- Se recomienda realizar pruebas histoquímicas para conocer si tienen los mismos componentes, que podría darle esa propiedad dermatopática.
- Realizar la caracterización de otras partes de sus órganos vegetales.
- Realizar este tipo de trabajo en distintas temporadas del año

BIBLIOGRAFÍA

- Catálogo de Plantas de Bolivia; consultado el 14 de julio 2017; disponible en: <http://www.Tropicos.org>
- Catálogo de Plantas de Bolivia; consultado el 14 de julio 2017; disponible en: <http://www.Tropicos.org>
- Martinez, M.R., M.L. Pochettino & A.R. Cortilla (2004) J. Ethnopharmacol. 95: 317-327
- Steenkamp, P.A. F.R. Van Heerden & B.E. Van Wyk (2002) Forensic Sci 127: 208-217
- Vas A. & Alves. 2008. hoja comparativo anatomía de los cultivares de *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) sensible y tolerante al ozono. Sao Paulo, Brasil. Vol.22 (1).
- Keeler, R.F., M.W. Crowe & E.A. Lambert (1984) Teratology 30: 61-69
- Wood, J. (Ed.). 2005. La Guía "Darwin" de las flores de los Valles Bolivianos. Darwin Initiatives. La Paz, Bolivia.
- www.actaf.co.cu/revistas/tabaco/13-2/articulos/09%20taxonomica.pdf