



Revista científica de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala



Vol. XXXIV, No. 2



Guatemala,
Julio - Diciembre 2016

Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva

Ing. Agr. Mario Godínez López	Decano
Ing. Agr. Juan Herrera	Secretario Académico
Dr. Tomás Padilla Cámbara	Vocal I
Ing. Agr. César Linneo García	Vocal II
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro	Vocal III
Br. Juan José Milton Caná	Vocal IV
P. Agr. Cristian Méndez López	Vocal V

Consejo Editorial

Ing. Agr. Mario Godínez López (Presidente)
Pdsta. Dennis Escobar Galicia (Secretario)
Dr. Hugo Cardona Castillo
Dr. Ezequiel López
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Lic. Víctor Muñoz
Br. Camilo José Wolford

Revista  **tikalia**
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfonos: (502) 2476-9770
Fax: (502) 2476-9770
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

Editor:
Dennis Orlando Escobar Galicia

PRESENTACIÓN

Revista TIKALIA (Volumen XXXIV. No. 2-2016. Julio-Diciembre) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, catalogada en Latindex (www.latindex.unam.mx) contiene los artículos siguientes:

«ESTUDIO SOBRE LA SUBJETIVIDAD COLECTIVA FRENTE AL CAMBIO TECNOLÓGICO DE PRODUCTORES DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA», de Camilo José Woldford Ramírez. En este estudio se señalan distintas interpretaciones respecto a la existencia de alguna relación causal entre los distintos grupos de subjetividad a fin, y su actitud frente al cambio tecnológico en sus actividades agropecuarias. Esta investigación persigue, entonces, resolver los siguientes cuestionamientos: ¿Qué características tienen las valorizaciones locales asociadas a la producción cafetalera, la extensión agrícola y el acompañamiento externo?, ¿Qué estrategias de acompañamiento existen en el municipio?, ¿Qué entradas ofrece la subjetividad local a la pretensión externa de incorporar cambios tecnológicos en sostenibilidad del cafetal?

«DENSIDAD DE SIEMBRA ÓPTIMA EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Calendula officinalis* L. EN AMBIENTE CONTROLADO», de Sara Pineda Rodas, Vilma Elizabeth Porres G., Leonardo Fallace Abascal y Óscar Ernesto Medinilla. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de flores de *Calendula officinalis* en seis distanciamientos para identificar la densidad de

siembra en la cual se obtiene mayor rendimiento de flores secas a menor costo y, con ello, determinar la densidad de siembra óptima en invernadero.

«CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA, MORFOLÓGICA, SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DEL CULTIVAR DE PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr.) “JOCOTILLO”, EN VILLA CANALES, GUATEMALA». Esta investigación se llevó a cabo en cinco fincas ubicadas en la aldea El Jocotillo del municipio de Villa Canales, a una distancia de cincuenta kilómetros de la Ciudad Capital. Los productores que se involucraron para realizar el estudio son los que tienen la mayor extensión de la producción del lugar y del material vegetativo utilizado. Se concluyó, entre otras cosas, que la variedad utilizada es la Hawaiana Cayena Lisa.

Finalmente, se incluye una sección que da cabida a varios resúmenes de tesis de las carreras de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola, Ingeniería Agronómica en Recursos Naturales Renovables e Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.

Los editores.

CONTENIDO

- 7 **ESTUDIO SOBRE LA SUBJETIVIDAD COLECTIVA
FRENTE AL CAMBIO TECNOLÓGICO DE
PRODUCTORES DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE
SAN PEDRO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA**

Autor:

Camilo José Wolford Ramírez

- 33 **DENSIDAD DE SIEMBRA ÓPTIMA EN LA
PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Calendula officinalis*
L. EN AMBIENTE CONTROLADO**

Autores:

Sara Pineda Rodas

Vilma Elizabeth Porres G.

Leonardo Fallace Abascal

Óscar Ernesto Medinilla

- 63 **CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA,
MORFOLÓGICA, SENSORIAL Y
BROMATOLÓGICA DEL CULTIVAR DE PIÑA
(*Ananas comosus* (L) Merr.) "JOCOTILLO",
EN VILLA CANALES, GUATEMALA**

Autor:

Julio Fernando Sandoval Mendoza

- 77 **RESÚMENES DE TESIS**
-

- 95 **Instrucciones para los autores**



ESTUDIO SOBRE LA SUBJETIVIDAD COLECTIVA FRENTE AL CAMBIO TECNOLÓGICO DE PRODUCTORES DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA

Autor:

Camilo José Wolford Ramírez *

Recibido el 09 de febrero de 2016.

Aprobado el 20 de septiembre de 2016.

* Profesor de la Subárea de Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de extensión agrícola en torno a la mejora y renovación de cafetales en San Pedro La Laguna, Sololá, han experimentado a lo largo de los años grandes dificultades técnicas. Existe resistencia de los sujetos sociales frente a la adopción de prácticas de renovación de cafetales. Esta resistencia se extiende también a la mejora e implementación de prácticas agrícolas relativas a la sostenibilidad ambiental y social.

Los procesos actuales de extensión son incapaces de facilitar la adopción de prácticas de sostenibilidad, ello repercute necesariamente en la conservación de la cuenca. En el transcurso de la investigación, se procedió a la utilización de fotografías que ilustraran distintas preferencias o actitudes de rechazo por parte de los participantes. Esta información se sometió a un análisis de componentes principales y rotación estadística varimax a través del software PQROT 1984. Producto de este procesamiento se consiguió el aislamiento de 3 factores de agrupamiento que definen y representan a la mayoría de participantes.

Con los resultados obtenidos de esta fase metodológica se señalaron distintas interpretaciones respecto a la existencia de alguna relación causal entre los distintos grupos de subjetividad afin, y su actitud frente al cambio tecnológico en sus actividades agropecuarias. Esta investigación persigue entonces resolver los siguientes cuestionamientos:

¿Qué características tienen las valorizaciones locales asociadas a la producción cafetalera, la extensión agrícola y el acompañamiento externo?

¿Qué estrategias de acompañamiento existen en el municipio?

¿Qué entradas ofrece la subjetividad local a la pretensión externa de incorporar cambios tecnológicos en sostenibilidad y productividad del cafetal?

MARCO TEÓRICO

Marco conceptual

La extensión agrícola, entendida en su sentido semántico estricto, sugiere que el técnico asesor “extiende” el conocimiento desde el centro hacia la periferia, hacia los que se encuentran lejos de donde se “genera el conocimiento” (Freire, 1971). Los mecanismos de acompañamiento y asistencia técnica a los caficultores de Sololá, corresponden entonces al sentido semántico que, por similitud, se le atribuye a la palabra “extensión”, en el contexto agrícola.

En el contexto cafetalero, “cambio tecnológico” implica todo reemplazo de prácticas agrícolas vigentes en la caficultura local, por otras que por una razón u otra se consideran “más convenientes” en el período de transición (Picado, 2009). Ello implica entonces el uso, actualización o reemplazo de paquetes tecnológicos parciales o completos, desde criterios en el trazo de finca, selección de especies de sombra, manejo de malezas, selección del material genético, nutrición, manejo de tejido productivo, control de plagas y enfermedades, etc. (Kaimowitz, 1993).

Con los años y la necesaria degradación ambiental que implican las prácticas intensivas, múltiples organizaciones no gubernamentales generaron “agendas de extensión” para de nuevo cambiar las prácticas agrícolas que los pequeños agricultores habían implementado en el contexto de la revolución verde (*Ibid.*). Dichas organizaciones formaron agendas propias de cambio tecnológico enfocado a agricultores de escasos recursos, con ciertos puntos en común:

- a) Existe una tendencia a la solución de problemas agrícolas a través de la diversificación de los sistemas de producción familiares.

- b) Las organizaciones no gubernamentales también tomaron como agenda común la promoción de prácticas específicas para cada localidad.
- c) Se busca también un uso más intensivo del material genético y del conocimiento tradicional en la agricultura, antes que en la adquisición de maquinaria o insumos químicos (Kaimowitz, 1993).

El proceso de cambio tecnológico, en el marco agrícola, es inevitablemente una ruptura de las “dinámicas productivas, económicas e institucionales” relacionadas al sector cafetalero. Estas rupturas son inexorables y son, en el mejor de los casos, sobrellevadas bajo el supuesto de la superioridad tecnológica y económica que implican las nuevas dinámicas productivas, relacionadas muchas veces con nuevos paquetes de insumos (Picado, 2009).

En Sololá, existen grandes productores que han implementado a nivel de finca los paquetes más actualizados de manejo promovidos por ANACAFE, (Wolford, 2014a). Estos productores, todos con propiedades mayores a las 40 ha, cuentan con muchos trabajadores locales que además constituyen en conjunto a los productores microparcelarios de café. Debido a sus labores como mano de obra en fincas grandes, “actualizadas” en sus prácticas agrícolas, la mayoría de estos trabajadores también ha implementado, por imitación, en mayor o menor medida, los paquetes tecnológicos que sus patronos promueven en las grandes extensiones de café de la boca costa de Sololá. Este fenómeno de imitación y “actualización” tecnológica también es reportado en el contexto de la región cafetalera de Costa Rica (*Ibíd.*).

Marco referencial

Cambio tecnológico en pequeños caficultores

En el proceso de cambio tecnológico en el sector cafetalero, es necesario considerar las razones por las cuales los productores presentan resistencia a la adopción de nuevas prácticas agrícolas. En el contexto del trabajo en Costa Rica (antes referido), los productores de café no aceptaban la introducción de paquetes tecnológicos que implicaban el extensivo uso de herbicidas y demás agentes químicos para la limpia de malezas, pues consideraban su uso como un factor que eventualmente reduciría la fertilidad de sus cafetales (Picado, 2009).

Uso de Q-set ilustrado

Existen experiencias previas de la utilización del método Q, a través de un Q-set conformado por fotografías para la exploración de aspiraciones locales sobre el paisaje. Un estudio sobre uso de la tierra, ejecutado en Transilvania recientemente, señala que la utilización de fotografías locales y su ordenamiento en un diamante por preferencias desde +4 hasta -4 permite a los participantes la ejecución del Q-set de una manera más intuitiva (Milcu, Sherren, Hanspach, Abson, & Fisher, 2014).

METODOLOGÍA

Determinación del tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra definitiva, se procedió a un pre muestreo de 20 socios escogidos al azar procedentes de la agrupación Asociación de Desarrollo Nimajuyú San Pedrano (ADENISA). Como variables indicadoras de la heterogeneidad de la agrupación, se usó el número de cuerdas que cada caficultor posee, su disponibilidad a cambiar la tecnología de su cafetal, el rendimiento de café maduro en sus parcelas y los montos invertidos anualmente en cada cuerda local de café (aproximadamente 700 mt²). La muestra definitiva se calculó de tal forma que su tamaño fuera directamente proporcional a la varianza de cada variable (López & González, 2007). De esta manera se consideraron 23 integrantes de la agrupación ADENISA para participar en el estudio.

Metodología Q

Esta metodología permite la obtención sistemática de información sobre la subjetividad del grupo en estudio, conociendo entonces sus puntos de vista, creencias, opiniones, actitudes, etc. (Exel & Graaf, 2005). Normalmente en estas evaluaciones existe una prueba denominada Q-set en la cual los participantes, que en conjunto se denominarán P-set, ordenan diferentes incisos en torno a un tema de acuerdo a su preferencia, sus sentimientos o juicio al respecto. Además durante el proceso los participantes proveen a la prueba de información adicional sobre su género, profesión, origen étnico, etc.

Esta metodología de investigación usualmente no permite la obtención de información generalizable para un conjunto universo. Mantiene, sin embargo, formidables cualidades para la realización de estudios de caso ya que permite conocer a profundidad las subjetividades existentes en torno a un tema.

Identificación de juicios de valor

Q-Set utilizado

El Q-Set utilizado de 16 fotografías proviene de un estudio piloto realizado sobre 5 participantes, en el cual se evaluó la interpretabilidad de 30 imágenes distintas. Las 16 fotografías seleccionadas deben de ser lo más diversas posible, (Milcu, Sherren, Hanspach, Abson, & Fisher, 2014) ello contribuye a la polarización de los individuos evaluados, lo cual permitirá la agrupación de los mismos posteriormente.

Elaboración de la prueba

Al inicio de la prueba los participantes dieron información de su edad, origen étnico y oficio. Posteriormente ejecutaron el Q-set (previamente validado en una prueba piloto) ordenando las imágenes en un diamante de tal forma que aquellas que generaran más aceptación para la persona se colocarían en primer lugar, aquellas que con efectos de indiferencia para el participante en una posición intermedia (nivel de preferencia 0), y aquellas que generaran mayor rechazo estarían en el extremo inferior (Milcu, Sherren, Hanspach, Abson, & Fisher, 2014).

Cuadro 1: Estructura determinada para ordenar las 16 fotografías descritas en la tabla No. 2 desde la preferencia -3 hasta +3.

Estructura para ordenar preferencias					
Preferencia					
3	1				
2	2	3			
1	4	5	6		
0	7	8	9	10	
-1	11	12	13		
-2	14	15			
-3	16				

Procesamiento de la información

La información obtenida de las pruebas fue ingresada al software PQ-Method 2.35 y PQROT 2.0, ambos actualizados durante noviembre del año 2014. En dicho software se realizó un análisis de componentes principales, con lo cual se obtuvieron factores de agrupación para los participantes. Estos factores fueron rotados haciendo uso del método de contraste ortogonal varimax, utilizando para ello el software PQROT 2.0. El uso de componentes principales en vez del método de centroides, así como el uso de rotación varimax en vez del ajuste manual, es conveniente para la naturaleza del estudio (Milcu, Sherren, Hanspach, Abson, & Fisher, 2014). Tras este procesamiento los datos se graficaron y, en consideración de su interpretabilidad, se extrajeron 3 factores bajo los cuales se agruparon a los participantes que ordenaron las fotografías de una manera similar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procesamiento estadístico de la información

Extracción de factores

Para la extracción de factores agrupantes se procede a ingresar todos los Q-Sorts en el software PQMethod 2.3. La extracción de factores no rotados se puede realizar tanto a través de un análisis de componentes principales como en la definición de centroides, ambas metodologías programadas para la búsqueda de un máximo de 8 factores (Schmlock, 2015).

Método de centroides & Componentes principales

El programa PQROT 2.0 considera las posibilidades de utilizar tanto centroides como componentes principales, así como la rotación manual de los factores o a través del algoritmo varimax (Schmlock, 2015). Se considera conveniente el uso del algoritmo varimax exclusivamente para estudios de esta naturaleza (Milcu, Sherren, Hanspach, Abson, & Fisher, 2014), no obstante en esta investigación se procedió a una rotación previa de factores para observar la naturaleza de correlación entre los factores aislados para ambas metodologías, en ambos casos se obtuvieron únicamente 3 factores representativos de los participantes evaluados. De tal manera que los factores con menor índice de correlación entre sí serán indicadores de la mejor metodología de extracción para efectos de este estudio.

Cuadro 7: Correlación entre los 3 factores aislados a través de la metodología de centroides (izquierda) y por componentes principales (derecha). Elaboración propia a partir del software PQROT 2.0 y PQMethod 2.4.

Matriz de correlación				Matriz de correlación			
Factor	1	2	3	Factor	1	2	3
1	1.00	0.47	0.52	1	1	0.47	0.51
2	0.47	1.00	0.60	2	0.47	1.00	0.57
3	0.52	0.60	1.00	3	0.51	0.57	1.00

Como queda evidenciado en las dos tablas anteriores la correlación entre factores es mayor para aquellos obtenidos por definición de centroides, mientras que la obtenida a través de análisis de componentes principales es ligeramente menor. De esta manera la investigación prosiguió haciendo uso del segundo método. Para darle mayor solidez a esta selección, es necesario abordar también los respectivos valores de Eigen, para ambas extracciones.

Valores de Eigen

Los valores de Eigen calculados por el programa PQROT 2.0, proveen la fracción de la varianza total que puede ser explicada por cada uno de los componentes. De esta manera, tanto la extracción de 8 factores a través del método de componentes principales, como el de definición de centroides, deberán generar 8 valores de Eigen cada uno. Se espera que la definición de factores más fiable explique, en un mejor porcentaje, la varianza de cada extracción.

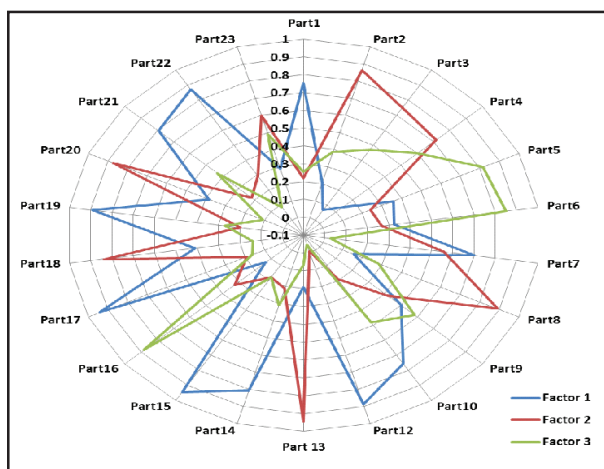
Cuadro 9: Matriz de factores sin rotar, obtenida a través del análisis de componentes principales (izquierda) y a través de centroides (derecha). En las últimas dos líneas figuran las proporciones respectivas para los 8 valores de Eigen. Elaboración a partir del software PQMethod 2.4.

Valores Eigen	14.1	4.0	1.8	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	Valores Eigen	13.7	3.9	0.3	1.7	0.2	0.6	0.0	0.5
% Expl. Var	61	17	8	3	3	2	1	1	% Expl. Var	60	17	1	7	1	3	0	2

Como se puede observar en las dos tablas anteriores, los valores de Eigen como una globalidad fueron mayores en la matriz de factores sin rotar que se produjo a partir del análisis de componentes principales. A continuación se procede a realizar la rotación de los 8 factores identificados anteriormente, la rotación ortogonal es recomendada través del método varimax (Schmlock, 2015).

Carga de los participantes por factor

Figura 1: Carga de los 23 participantes en los 3 factores aislados durante la rotación ortogonal, los picos de mayor valor señalan el factor bajo el cual cada participante se encuentra agrupado. Construcción a partir del software PQMethod 2.4.



La asignación automática de participantes en los factores rotados ortogonalmente con el método varimax consigue explicar hasta un 85% de la varianza, razón por la cual se considera lo suficientemente fiable para la posterior caracterización de los 3 factores identificados.

En base a la figura anterior, 10 participantes fueron asignados al factor 1, 8 personas al segundo y 3 participantes al tercer factor identificado. Ello se traduce en que los 3 conjuntos tienen diferencias estadísticamente significativas, y además los individuos agrupados dentro de cada uno ordenaron las fotografías de una manera aproximadamente similar. La creación de un 4to y 5to factor capaz de agrupar a Part 23 y Part9 no es factible debido a que ello imposibilita la interpretación de los componentes principales; por todo ello estos dos individuos no serán tomados en cuenta en el análisis.

Caracterización de factores

Para esta parte de la investigación es necesario interpretar un perfil general para cada uno de los factores extraídos, lo cual se realiza definiendo las imágenes que a una confianza del 95% representan la subjetividad dentro de cada factor.

Consensos

Algunos elementos del Q-set (las fotografías en el caso de este estudio) podrían no estar estadísticamente ligadas a ningún factor en particular (Schmlock, 2015). Ello significa que dicho elemento del Q-set resulta igualmente negativo, positivo o neutral para todos los participantes de los 3 factores evaluados y por ende no puede pertenecer a ninguno de ellos como fotografía representativa.

Cuadro 12: Fotografías cuya pertenencia a cualquier factor se considera no significativa. Todos estos son no significativos a una probabilidad mayor de 0.01, y los que están señalados con un asterisco (*) tampoco son significativos a una probabilidad mayor de 0.05. Elaboración a partir del software PQMethod 2.4.

No.	Fotografía		Factores					
			1		2		3	
		No.	Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR
1	Costal de café en cereza	1	1	1	3	1.58	3	1.78
7*	Lago de Atitlán contaminado	7	-3	-1.51	-2	-1.09	-3	-1.51
8	Basura en los cafetales	8	-2	-1.41	-1	-0.93	-2	-1.46
14*	Niños cortando café	14	0	-0.22	0	-0.03	-1	-0.65

Todos los participantes del estudio mostraron consensos simbólicos en un rechazo fuerte a la contaminación del lago de Atitlán, lo cual señala que en general existe preocupación por el impacto ambiental que tiene la agricultura en la conservación de dicho cuerpo de agua así como el entorno del municipio, evidenciado por su parte en el rechazo consensuado a la fotografía “Basura en los cafetales”.

En base a estos resultados se puede considerar una estrategia de acompañamiento que evidencie las relaciones causales entre las actividades de los productores y el estado de conservación de la cuenca de Atitlán, que sirva además de plataforma para el paulatino cambio tecnológico de aquellas prácticas referidas como negativas en la preservación del lago. Por otro lado todos los productores señalaron en consenso su alta atracción hacia la imagen de “Costal de café en cereza”, lo cual es natural ya que esta inspira temas relativos a la producción y éxito de la empresa cafetalera, y todos los participantes del estudio son caficultores asociados. En el caso de “Niños cortando café” en general resulta negativa para los 3 factores, pero es rechazada con diferente fuerza por cada uno de los segmentos evaluados.

Puntajes ideales por cada factor

Durante la caracterización de factores es necesario determinar un Q-sort ideal para cada factor, cuyas características sean de naturaleza particular y representativa. Estos se obtienen con puntajes ideales y representativos, extraídos durante el análisis de componentes principales y rotación ortogonal.

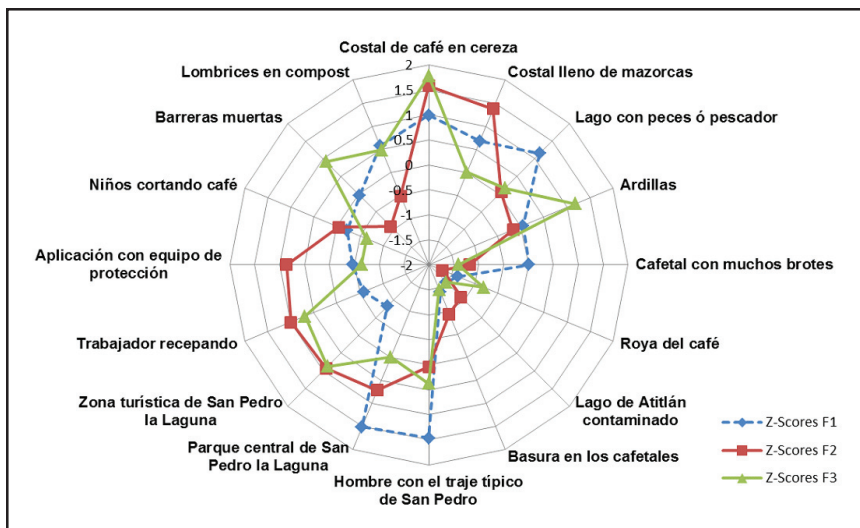


Figura 2: Comportamiento de las preferencias ideales para cada factor. Fuente: Elaboración propia.

Factor 1: Atraídos por valores tradicionales y culturales.

Cuadro 14: Fotografías cuyas tendencias se encuentran agrupadas con una confianza mínima del 95% como puntajes representativos del Factor 1, aquellos señalados con un asterisco (*) responden a una confianza del 99%. Elaboración a partir de PQMethod 2.4 y PQROT 2.0.

No.	Fotografía	No.	Factores					
			1		2		3	
			Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR
10	Parque central de San Pedro la Laguna	10	3	1.51*	1	0.72	0	0
9	Hombre con el traje típico de San Pedro	9	2	1.47*	0	0.04	0	0.38
3	Lago con peces ó pescador	3	2	1.15*	0	0.06	0	0.17
1	Costal de café en cereza	1	1	1	3	1.58	3	1.78
2	Costal lleno de mazorcas	2	1	0.68	2	1.37	0	0
5	Cafetal con muchos brotes	5	0	0.01*	-2	-1.19	-2	-1.41
15	Barreras muertas	15	0	-0.03*	-1	-0.91	2	0.92
12	Trabajador recepando	12	-1	-0.58*	2	1	1	0.69
11	Zona turística de San Pedro la Laguna	11	-1	-0.82*	1	0.92	1	0.88

Los participantes agrupados en el factor 1 se definieron anteriormente como individuos atraídos por la conservación de los elementos tradicionales y culturales propios del municipio. En comunión con estos resultados cabe señalar que dentro de este grupo, constituido además por más del 40% de los participantes del estudio, la mayoría de productores son mayores de 50 años, son analfabetas y tienen dificultades para comunicarse en español. Además muchos de ellos tienen negocios en el casco urbano del municipio, principalmente en tiendas de abarrotes, puestos del mercado y otros negocios que no se encuentran asociados al área turística. Los productores de este segmento presentan una escasa respuesta a la intervención externa, ya que son muy reacios en la adopción de nuevas tecnologías para implementar en su cafetal.

A pesar de tener valores tradicionales, se muestran indiferentes a los elementos que sugieren el cuidado de la naturaleza, y comparten cierto desdén por la adopción de prácticas sostenibles y ecológicas. Se puede presu-

mir que dicho desdén proviene principalmente de que dichas prácticas son nuevas para ellos, como es el caso del uso de agroniveles, barreras vivas de vegetación, barreras de piedra, uso de curvas a nivel, etc. Ello junto con la avanzada edad del segmento, se traduce en resultados muy escasos en la implementación de los paquetes de “Caficultura moderna”, impulsados por las distintas organizaciones de Atitlán (ANACAFE, 2009). Estos paquetes de extensión son inflexibles, por lo cual la estrategia de acompañamiento ha derivado en que los productores agrupados en el factor 1 se autoexcluyan al considerar que algunas prácticas del paquete tecnológico en cuestión no pueden ser ejecutadas por ellos.

Se debe señalar que el factor 1 se trata del segmento más tradicional y con mayor reticencia en sus prácticas actuales, por lo cual todo trabajo de intervención que no considere el idioma y lenguaje local, así como la dinámica tradicional de la comunidad, obtendrá resultados nulos o escasos.

Factor 2: Atraídos por la modernidad y neutrales ante los aspectos tradicionales locales.

Cuadro 16: Fotografías cuyas tendencias se encuentran agrupadas con una confianza mínima del 95% como puntajes representativos del Factor 2. Aquellos señalados con un asterisco (*) responden a una confianza del 99%. Elaboración a partir de PQMethod 2.4 y PQROT 2.0 y PQROT 2.0.

No.	Fotografía	No.	Factores					
			1		2		3	
			Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR
2	Costal lleno de mazorcas	2	1	0.68	2	1.37*	0	0
13	Aplicación con equipo de protección	13	-1	-0.47	1	0.86*	-1	-0.65
10	Parque central de San Pedro la Laguna	10	3	1.51	1	0.72	0	0
16	Lombrices en compost	16	1	0.57	-1	-0.52*	1	0.48
15	Barreras muertas	15	0	-0.03	-1	-0.91*	2	0.92

Los participantes que pertenecen a este segmento constituyen aproximadamente el 35% de los productores evaluados. Estas personas no se sienten particularmente atraídas hacia los valores tradicionales locales y por ende no miran la intervención externa en su comunidad como una amenaza para su modo de vida. Ello se ve reflejo también en los puntajes del Q-sort ideal correspondiente a este segmento, en el cual muchos participantes se sintieron atraídos a la zona turística del municipio. Los miembros de este grupo tienen edades entre 30 y 50 años, la mayoría de ellos habla fluidamente el español y algunos inclusive pueden manejar el idioma inglés.

Los productores de este segmento poseen negocios asociados al turismo. Las personas agrupadas bajo el factor 2 aparentan tener una atracción hacia la modernidad, ocurre por ello que los resultados en la extensión agrícola son mejores que en el factor 1, pero difícilmente se puede asegurar que sean satisfactorios. Estos productores se encuentran en mejor disponibilidad para la ejecución de prácticas de manejo de tejido, especialmente aquellas promovidas por ANACAFE (Wolford, 2015a). A diferencia del factor 1, estos productores no atribuyen ningún valor a los cafetales más allá del valor comercial que su cosecha implica, razón por la cual no tienen ningún problema en hacer prácticas de poda media vez se encuentran convencidos de la rentabilidad que dicho paquete tecnológico supone.

Estos productores se interesan por las nuevas tecnologías que se promueven en el marco de la caficultura moderna, y también se encuentran dispuestos a invertir en productos y labores de campo que impliquen su implementación, (Wolford, 2015b).

Sin embargo, la mayoría de estos productores no ha incurrido en estos procesos de inversión ya que cuentan con otros negocios asociados al sector turístico que ellos perciben como más rentables, y por ende se encuen-

tran más interesados en dichas inversiones. Las estrategias de intervención que existen en la zona abordan a estos productores bajo el supuesto de que sus actividades agrícolas son las más importantes para ellos debido a que “deben de ser campesinos” sin considerar que dichos productores incurren en la diversificación de ingresos fuera del sector agrícola.

Factor 3: Poco conservadores, atraídos por la naturaleza y el cuidado del ambiente.

Cuadro 18: Fotografías cuyas tendencias se encuentran agrupadas con una confianza mínima del 95% como puntajes representativos del Factor 3. Aquellos señalados con un asterisco (*) responden a una confianza del 99%. Elaboración a partir de PQ Method 2.4 y PQROT 2.0.

No.	Fotografía	No.	Factores					
			1		2		3	
			Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR	Q-SV	Z-SCR
4	Ardillas	4	0	0.04	0	-0.17	2	1.19*
15	Barreras muertas	15	0	-0.03	-1	-0.91	2	0.92*
10	Parque central de San Pedro la Laguna	10	3	1.51	1	0.72	0	0
2	Costal lleno de mazorcas	2	1	0.68	2	1.37	0	0

Los productores de este segmento representan a la minoría evaluada en el marco de este estudio, ya que únicamente corresponden al 13% de participantes evaluados. Los participantes agrupados en este factor viven todos en un cantón llamado “Bella vista” que es el más rural de las regiones urbanas del casco municipal. Probablemente esta estadía en la periferia del pueblo tiene alguna relación con la atracción que sus participantes tienen por los elementos naturales y ambientales.

No poseen negocios en el casco urbano y se dedican exclusivamente a la agricultura, sus edades se encuentran comprendidas entre 30 y 45 años. Pese a compartir varias características del factor 2, los productores agru-

pados en este factor destacan por el interés que le brindan al medio ambiente, y se dedican casi exclusivamente a la agricultura. Se sienten a gusto con la implementación de prácticas de caficultura moderna, y las han desempeñado bien (Wolford, 2015b).

Las estrategias de acompañamiento actual, que tienen como modelo la existencia de promotores internos y técnicos que los supervisan, ha tenido muy buenos resultados en este segmento, tanto en los temas de sostenibilidad ambiental-social como en los temas de caficultura moderna. Se puede señalar, sin embargo, que es posible incrementar la presión en la implementación de prácticas ambientales y de sostenibilidad, ya que en el marco de este estudio se puede presumir que la subjetividad colectiva soporta los procesos de intervención con resultados positivos.

Diferencias entre factores

Diferencias entre factores 1 y 2

Las fotografías “Hombre con el traje típico de San Pedro”, “Cafetal con muchos brotes”, “Lago con peces o pescador” y “Lombrices en compost” resultaron ser diferencias notorias entre los factores 1 y 2, todas ellas con mayor aceptación en el factor 1. Por otro lado “Aplicación con equipo de protección”, “Trabajador recepando” y “Zona turística de San Pedro la Laguna” son imágenes con mayor aceptación en el factor 2. En estos contrastes queda claro de nuevo que en el primer factor predominan los caracteres tradicionales, mientras que en el segundo la introducción a la modernidad juega un papel más importante en los juicios de valor de los individuos que agrupa.

Diferencias entre factores 1 y 3

De igual manera que en el anterior contraste el factor 1 posee predilección por las fotografías que insinúan elementos tradicionales y neutralidad ante la fotografía “Cafetal con muchos brotes”, que indica el manejo tradicional y anticuado del tejido productivo en los cafetales del área. De esta forma “Parque central de san Pedro la Laguna”, “Cafetal con muchos brotes” y “Hombre con traje típico de San Pedro” marcan una diferencia importante entre el factor 1 y 3.

Por otro lado “Ardillas”, “Trabajador recepando” y “Zona turística de San Pedro la Laguna” son las fotografías que sugieren elementos de la naturaleza y modernidad, ambos elementos atractivos para el factor 3 en comparación con el factor 1, que es neutral ante la sugerencia de vida silvestre y rechaza las prácticas “nuevas” junto con los elementos que insinúan la modernidad.

Diferencias entre factores 2 y 3

Entre los factores 2 y 3 las primeras imágenes que destacan por su contraste son “Aplicación con equipo de protección”, “Costal lleno de mazorcas” y “Parque central de San Pedro la Laguna”; todos más atractivos para los participantes del factor 2 en comparación con el factor 3.

Por otro lado el factor 3, anteriormente tipificado como unificador de aspiraciones por la naturaleza y las prácticas de agricultura ecológica, destaca en su atractivo por “Lombrices en compost”, “Ardillas” y “Barreras muertas”, en contraste con el rechazo del factor 2 por estas tres imágenes.

CONCLUSIONES

1. La subjetividad colectiva de la agrupación ADENISA se encuentra en consenso respecto al rechazo hacia la contaminación del lago de Atitlán; rechazo a la contaminación del paisaje y una generalizada aceptación de los elementos que suponen prosperidad económica a través de la caficultura. El Factor 1 lo constituye un 43% de productores que son atraídos a lo tradicional y a los valores culturales propios del municipio, son neutrales ante los temas ambientales salvo aquellos que tienen relación con la conservación del lago de Atitlán. Todos son mayores de 50 años y bastante conservadores.

Estos productores perciben en el turismo y la intervención externa una amenaza para su modo de vida, lo cual ha contribuido al fracaso de los programas de extensión locales. Se identificó al Factor 2 como representativo de un 35% de productores, todos atraídos hacia la prosperidad económica, la modernidad y con una posición principalmente neutral con los valores tradicionales y locales, cuentan con edades de 30 a 40 años. Estos productores cuentan con actividades económicas fuera de la caficultura, y muchos de ellos le han apostado al turismo, razón por la cual se conoce que no perciben al sector turístico o el de acompañamiento externo como factores que supongan una amenaza para su modo de vida. Las estrategias de implementación de los paquetes de caficultura moderna y agricultura sostenible, deben de tener un atractivo económico inmediato para que la subjetividad colectiva de este factor las acepte.

Las características subjetivas del grupo han contribuido al desinterés y ausentismo de los productores en procesos de acompañamiento, que presuponen a la caficultura como única actividad económica de los participantes. Un 13% de productores, aislados en el Factor 3, se consideran poco

conservadores, atraídos por la naturaleza y la conservación del ambiente. Estos participantes, en edades de entre 35 y 45 años, además demuestran tener una alta aceptación de los procesos de cambio tecnológico con los modelos de extensión actuales, los cuales se ajustan a los caficultores en su condición de autoempleados, dedicados principalmente a la caficultura, residentes de la periferia urbana y partícipes de procesos de conservación ambiental.

Este segmento no considera al turismo ni a la intervención externa como amenazas potenciales a su modo de vida, razón por la cual es oportuno incrementar la presión en temas de sostenibilidad ambiental, sin arriesgarse a generar rechazo. Sería valioso determinar niveles de éxito del modelo actual de extensión sobre los productores del factor 3, empleando indicadores más específicos que permitan evaluar con mayor precisión los métodos actuales de acompañamiento.

2. La estrategia de acompañamiento más extendida en el municipio es la implementada por ANACAFE, la cual consiste en el uso de promotores agrícolas locales que se encuentran principalmente a nivel de campo y técnicos externos que coordinan las actividades de seguimiento de los promotores. El modelo de intervención de ANACAFE, y las demás organizaciones que trabajan extensión agrícola en el municipio, consiste entonces en la aproximación a grupos organizados de caficultores, establecimiento de líneas de comunicación entre promotores, técnicos y líderes de las organizaciones. Posteriormente se establece un seguimiento a nivel de campo de los socios de las organizaciones, que es ejecutado por los promotores locales.

Producto de este seguimiento, se establecen puntos de mejora en caficultura moderna y sostenibilidad, los cuales son orientados por los técnicos e

implementados por los promotores a través de la asistencia técnica con los caficultores. Durante este seguimiento, es indistinto si los productores asisten a la evaluación de sus cafetales, o si los técnicos y promotores dan el seguimiento en soledad e informan, posteriormente, al productor de los puntos a mejorar. Toda esta labor es complementada por jornadas de capacitación, las cuales son ejecutadas por los técnicos y coordinadas con los líderes de las organizaciones de productores. Ninguna institución ha aplicado un modelo de intervención sustancialmente distinto al descrito anteriormente.

3. El cambio tecnológico es un proceso, que únicamente puede ser impulsado, a través de mecanismos de acompañamiento diseñados en función del previo conocimiento del comportamiento subjetivo del grupo social meta. El cambio tecnológico en el área de estudio, impulsado por múltiples organizaciones nacionales e internacionales, en la búsqueda de la modernización de la agricultura y la sostenibilidad de la misma, ha tenido una relación directa entre los métodos utilizados por los implementadores y la interpretación subjetiva de dichos métodos por parte de los agricultores objetivo.

Esta es la razón por la cual la incidencia de cualquier organización en el sector cafetalero ha sido pobre, o bien ha incidido únicamente por un tiempo, sin importar la cobertura. La extensión agrícola tradicional que se ha aplicado a la región y por consiguiente a los productores de ADENISA (Técnico→Promotor→Caficultor), y los métodos utilizados para dicho modelo consiguen incidir principalmente en un segmento. Personas cuya subjetividad colectiva no reconoce la incidencia externa como una amenaza a su modo de vida, y al mismo tiempo se encuentran principalmente atraídas por las actividades propias de la caficultura.

Estos últimos, al menos en el caso de ADENISA, son únicamente el 13% de los participantes del estudio. Concretamente, las mejoras en sostenibilidad únicamente serán implementadas a través de mecanismos y estrategias de acompañamiento, que garanticen la integridad de las prácticas ancestrales y tradicionales. No existen, por el momento, investigaciones formales que determinen el potencial rechazo del mercado, al café producido bajo condiciones de los paquetes tecnológicos implementados en el área. El cambio tecnológico, en el paquete de caficultura moderna, solamente tendrá un éxito generalizado a través de un mecanismo que encuentre una comunión, una unión entre las prácticas de manejo de tejido productivo y las construcciones de valor que los productores han edificado sobre las plantas de café.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Silvel Elías por su acompañamiento en la realización de este documento. Al Dr. Pablo Prado por su activa participación en el desarrollo metodológico de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFE. (2009). Incremento de los ingresos económicos de los caficultores de la cuenca del lago de Atitlán, Sololá. *Boletín Técnico*, 30.
- Chambers, R. (1984, Diciembre 3). Agricultural research for resource-poor farmers: The farmers-first-and-last model. *Agricultural Administration* (20), 1-30.
- Dix, M., Medinilla, O., & Castellanos, E. (2003). Descripción física. In M. Dix, I. Fortín, O. Medinilla, & L. E. Ríos (Ed.), *Diagnóstico ecológico-social en la cuenca de Atitlán* (pp. 5-18). Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala / The Nature Conservancy.
- Exel, N., & Graaf, G. (2005). Q methodology. *A sneak preview*. Amsterdam, Holanda, Países Bajos: VU University. 30 p.
- Freire, P. (1971). *¿Extensión o comunicación?* (13 ed.). (L. Ronzoni, Trad.) Rio de Janeiro, Brasil: Siglo XXI & Tierra Nueva.
- Hayami, Y., & Ruttan, W. (1973, Abril). Technology transfer and agricultural development. *Technology and Culture*, 14(2), 119-151.
- Kaimowitz, D. (1993, Enero 13). The role of nongovernmental organizations in agriculture research and technology transfer in Latin America. *World Development*, 21(7), 1139-1150.
- López, E., & González, B. (2007). *Fundamentos para la comprensión del muestreo estadístico*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía, Centro Telemática. 51 p.
- MAGA. (2013). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sololá, Guatemala*. (Vol. 1). Guatemala: Don Quijote.
- Milcu, A., Sherren, K., Hanspach, J., Abson, D., & Fisher, J. (2014). Navigating conflicting landscape aspirations: Application of a photo-based Q-method in Transylvania (Central Romania). *Land Use Policy*(41), 408-422.
- Picado, W. (2009). Territorio de coyotes: agroecosistemas y cambio tecnológico en una región cafetalera de Costa Rica. *Revista Historia* (59), 119-165.
- Schmlock, P. (2015, Julio 12). *Q Method*. Retrieved from PQ Method manual: <http://schmlock.userweb.mwn.de/qmethod/pqmanual.htm>
- Wolford Ramirez, C. J. (2014b). *Memoria de labores 2014: agrupaciones ADENISA, ADIT y cooperativa "La Voz que Clama en el Desierto"*. Memoria, Rainforest Alliance, Departamento de Agricultura, Guatemala.
- Wolford Ramirez, C. J. (2015). *Memoria de labores 2014: agrupaciones ADENISA, CCDA y ADIT*. Memoria, Rainforest Alliance, Departamento de Agricultura, Guatemala.



DENSIDAD DE SIEMBRA ÓPTIMA EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Calendula officinalis* L. EN AMBIENTE CONTROLADO

Autores:

Sara Pineda Rodas*
Vilma Elizabeth Porres G.**
Leonardo Fallace Abascal***
Óscar Ernesto Medinilla****

Recibido el 09 de abril de 2017.

Aprobado el 17 de mayo de 2017.

*Tesisista, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de postgrado, Maestría Multidisciplinaria en producción y Uso de Plantas Medicinales, Universidad de San Carlos de Guatemala. pineda.sara@gmail.com

**Ing. Agr. Asesora de la tesis, Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala. veporres@uvg.edu.gt

***Ing. Agr. Asesor de la tesis, Facultad de Agronomía, Universidad del Valle de Guatemala. leofaillace@gmail.com

****Profesor titular y asesor de la tesis, Facultad de Agronomía, Escuela de postgrado, Maestría Multidisciplinaria en producción y Uso de Plantas Medicinales, Universidad de San Carlos de Guatemala. oscarmedinilla@gmail.com

* Dirección de correspondencia: 01011 Guatemala, Ciudad. Tel: +502 24740347; +502 41975310. Correo: pineda.sara@gmail.com

RESUMEN

El potencial industrial del cultivo de Caléndula, *Calendula officinalis* L., ha sido demostrado en África, Norte América, Oceanía y Europa, en diferentes condiciones y propósitos: medicinales, alimenticios y cosméticos, observándose una relación estrecha entre el distanciamiento entre plantas y el rendimiento de las flores.

En vista de sus propiedades farmacológicas, su alta seguridad reportada y su viabilidad de cultivo, en Guatemala se podría aprovechar en una actividad económica para el suministro de materia prima en la elaboración de productos terapéuticos.

El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de flores de *C. officinalis* en seis distanciamientos, para identificar la densidad de siembra en la cual se obtiene mayor rendimiento de flores secas a menor costo y, con ello, determinar la densidad de siembra óptima en invernadero.

Para ello, se evaluaron durante cinco meses, seis densidades: 10, 15, 20, 30, 40 y 60cm. Las evaluaciones iniciaron 51 días después del trasplante y se realizaron semanalmente. El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo de surcos sub-divididos en tres repeticiones. Las medias se compararon con la prueba de Tukey. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los rendimientos de peso de flores frescas y secas y en el número de flores por planta con correlación positiva y significativa entre las densidades y los rendimientos de peso de flores frescas ($r = 0.861$, $p < 0.05$).

La densidad de 10cm entre plantas tuvo mayor rendimiento al menor costo, con $585,123 \pm 400,000$ flores/ha, rendimiento con diferencias significativas

($p < 0.01$) en peso de flores frescas ($125.53 \pm 70.26 \text{ g/m}^2$), en peso de flores secas ($18.98 \pm 10.85 \text{ g/m}^2$) y en producción de flores (6 ± 3 flores/planta) con costo de producción de Q459.14/libra.

Palabras clave: Guatemala; planta aromática; rendimiento de flores; densidad; *Calendula officinalis* L.

Optimum plant density for high yield of flowers of *Calendula officinalis* L. in controlled environment

ABSTRACT

The industrial potential of growing marigold, *Calendula officinalis* L., has been demonstrated in Africa, North America, Oceania and Europe, in different conditions and purposes: medicinal, food and cosmetics, showing a close relationship between the distance between plants and the yield of flowers.

Given its pharmacological properties, high safety and farming viability, in Guatemala it could be exploited in an economic activity for the supply of raw material in the production of therapeutic products.

The aim of this study was to evaluate the yield of *C. officinalis* flowers in six densities, to identify the one in which can be obtained higher flower yields and thereby determine the optimal density for its cultivation in greenhouse.

Thereby, six densities: 10, 15, 20, 30, 40 and 60 cm were evaluated during five months. The evaluations began 51 days after transplantation and were made weekly. A randomized block design was used, with grooves subdivided into three replications. Means were compared with Tukey test, and significant differences ($p < 0.05$) were found in the yield of fresh flower weight and dry flowers weight, and in the amount of flowers per plant, with positive and significant correlation between the densities and the yield of weight of fresh flowers ($r = 0.861$, $p < 0.05$).

The density of 10cm between plants showed the highest flower yield at the lowest cost, resulting with 585,123±400,000 flowers/acre, with significant differences ($p<0.01$) in weight of fresh flowers (125.53 ± 70.26 g/m²), in weight of dried flowers (18.98 ± 10.85 g/m²) and in flower production (6 ± 3 flowers/plant), with production cost of Q459.12/pound.

Keywords: Guatemala; aromatic plant; flower yield; density; *Calendula officinalis* L.

INTRODUCCIÓN

Las plantas dependen de la temperatura, la radiación solar, la humedad y la fertilidad del suelo para su crecimiento y obtención de requerimientos nutricionales. Una densidad de siembra muy alta puede causar limitaciones en la disponibilidad de estos factores, afectando el rendimiento de la planta (A. W. Baloch, 2002). Es por esta razón que se vuelve necesario determinar la densidad de siembra óptima por metro cuadrado, para obtener el rendimiento máximo de flores secas de *Calendula officinalis* L.

Calendula officinalis L. es el nombre científico de Caléndula, una planta anual nativa del sur de Europa, la cual produce flores amarillas y anaranjadas. Se cultiva principalmente por su droga vegetal: las flores de Caléndula (Martin & Deo, 2010). Las flores de caléndula contienen una mezcla compleja de alcoholes, lactonas terpénicas y flavonoides que le confieren actividad antibiótica y fungicida (Cáceres, 2000), aceites esenciales, glucósidos, saponinas, xantofilas, con triterpenos, siendo éstos los principios activos antiinflamatorios más importantes (Martin & Deo, 2010).

Las flores de caléndula se han empleado tradicionalmente para uso medicinal (tratamiento de enfermedades gástricas e intestinales y úlceras de piel), cosmético (en cremas y ungüentos) y para colorear alimentos (quesos y mantequilla) (Torbaghan, 2012), en la industria cosmética y farmacéutica (Baliëevia, Ravliæ, Kne•evia, Mariæ & Mikiæ, 2014), en preparaciones herbares y dermatológicas para curar inflamaciones de la piel y mucosas y como auxiliar en la curación de heridas (Wilén, Barl, Slinkard & Bandara, 2004). Estudios *in vitro* han demostrado evidencia del efecto antiviral en VIH del extracto de las flores (Kalvatchev, Walder & Garzaro, 1997) y estudios clínicos recientes han demostrado que el uso tópico del extracto de flores en pacientes con diversas dermatitis eritematosas han tenido re-

sultados excelentes (39% de los pacientes) y buenos (44% de los pacientes); otros estudios demuestran mejoría en el tratamiento por vía oral de cáncer del estómago, tratamiento de úlcera del estómago y duodeno, gastritis, arritmia, hipertensión, afecciones hepáticas y biliares (Cáceres, 2000). Estos resultados son prometedores y aumentan el interés en investigar el potencial productivo de las flores de *C. officinalis* para generar información que pueda ser utilizada en Guatemala, para su aprovechamiento en programas de asistencia médica. Los resultados obtenidos en estudios llevados a cabo en África, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Nueva Zelanda y Egipto demuestran la versatilidad de *C. officinalis* para su cultivo en climas templados, lo cual indica que puede ser cultivada en áreas geográficas diversas (Gesch, 2013). En el cultivo extensivo de plantas en campo abierto, la densidad de siembra y la fecha de siembra son los dos factores más importantes y con mayor impacto en el desarrollo y producción de flores y sus principios activos (Berimavandi, Hashemabadi, Ghaziani & Kaviani, 2011). La densidad y el método de siembra son importantes porque determinan el establecimiento apropiado del cultivo, la competencia entre plantas y la conversión de energía solar entre productos cosechables (Suaste-Franco, y otros, 2013). En campo abierto, el distanciamiento entre surcos recomendado es de 45 cm y entre hileras es de 35 cm, con densidad de siembra de 63,200 plantas/ha con rendimiento de flores secas de 20-30g/m² (Luz, Ferradá & Govín, 2001). En un estudio conducido en Nueva Zelanda se asperjó 10g/m² de N aplicado como urea (46%N) justo al inicio de la floración y se obtuvo rendimiento de las flores secas de 24g/m² en la densidad de siembra de 100,000 plantas/ha (Martin & Deo, 2010). Los estudios hechos a campo abierto discuten que la planta se encuentra expuesta a insectos, nematodos, temperaturas bajas o muy altas, lo cual afecta y promueve el debilitamiento de la planta (Berimavandi, y otros, 2011)

Respecto al cultivo extensivo de *C. officinalis* en Guatemala, no se identificó literatura, ni estudios de investigación al respecto en campo abierto ni en invernadero, a pesar de la amplitud de usos que se puede hacer de ésta. Sin embargo, este estudio es un primer esfuerzo para aumentar la investigación del cultivo de *C. officinalis*, superar el déficit de información y lograr que la producción a escala sea posible. Considerando que es necesario que haya más estudios para identificar el potencial agronómico del cultivo de *C. officinalis* en diferentes regiones y mejorar las prácticas de producción.

Para contribuir con la solución a esta problemática, como primera instancia se pretendió evaluar el rendimiento del cultivo de *C. officinalis* en Santa Lucía Milpas Altas, Guatemala, a 1,950 metros sobre el nivel del mar, para lo cual se estudió e identificó durante cinco meses el distanciamiento entre plantas con el cual se obtuviera mayor producción de flores por metro cuadrado en invernadero, al menor costo. Con los resultados obtenidos se identificó la cantidad de flores producidas por planta, por metro cuadrado y el rendimiento de las flores evaluando también el peso de las flores frescas y secas por metro cuadrado.

Con los resultados se evaluó el costo de producción de éstas flores, lo cual provee información para la toma de decisiones en proyectos de asistencia terapéutica en los cuales se cultive y formulen productos que contengan *C. officinalis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se realizó en Santa Lucía Milpas Altas, Guatemala, a 1,950 metros sobre el nivel del mar, durante cinco meses, a partir del 3 de abril al 26 de agosto de 2015. Se utilizaron dos invernaderos, uno que se utilizó de semillero de 45m² (9m x 5m) y otro de 1,000m² (50m x 20m). En el primero se tuvo a las plántulas hasta su emergencia, y 28 días después se trasladaron al segundo invernadero, donde se ubicaron definitivamente.

Utilizando un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo de surcos sub divididos en tres repeticiones, se ubicaron las plántulas de *Calendula officinalis* L. marca Germoveg's, originarias de España, en seis distanciamientos (D): 10, 15, 20, 30, 40 y 60 cm entre plantas, en surcos de seis m de largo y 1 m entre surcos, para un total de dieciocho unidades experimentales. Se aplicaron riegos con sistema de riego por goteo según las condiciones climáticas. En días húmedos y nublados (17-22°C y 80% de humedad relativa) no se regó y en días soleados (23-32°C y 51% de humedad relativa) se regó cada cuatro días. El control de malezas se realizó de forma manual y el manejo de plagas se llevó a cabo con Adherente Bayer®, insecticida de contacto Monarca Bayer® (Thiacloprid + Beta-Ciflutrina), fertilizante foliar Complesal Top P (NPK 5-20-5 + micronutrientes), fungicida Curzate Dupont® (cimoxanilo 4% + mancozeb 40%) el 14 de mayo, el 25 de mayo y el 10 de junio, basado en las recomendaciones del Ingeniero Agrónomo Leonardo Faillace Abascal. Las evaluaciones se realizaron semanalmente en cada cosecha, durante nueve cosechas.

Los capítulos florales que estaban completamente abiertos se cosecharon en intervalos de 7 días. Después de la cosecha de los capítulos, éstos se contaron y se pesaron, luego se secaron en invernadero a 30-35°C (Król, 2011) hasta que el contenido de humedad fue no mayor a 10%

(WHO Monographs on Selected Medicinal Plants, 2004) y se pesaron nuevamente.

Se realizó un análisis cuantitativo para determinar los datos siguientes:

Producción de flores por hectárea: Se promedió el 100% de los capítulos florales colectados por metro cuadrado, durante nueve cosechas, y se hizo la conversión a hectáreas. (Flores/ha).

Número de flores/ha = Promedio de flores cosechadas en cada distanciamiento.

Hectáreas correspondientes a cada densidad

Rendimiento de peso de flores frescas (Rpff) por metro cuadrado:

Se evaluó el peso de los capítulos florales frescos de cada distanciamiento en cada cosecha. (g/m²).

$Rpff/m^2 = \text{Peso de capítulos florales frescos de cada distanciamiento}$

Metros cuadrados correspondientes a distanciamiento

Rendimiento de peso de flores secas (Rpfs) por metro cuadrado:

Se evaluó el peso de los capítulos florales secos de cada distanciamiento en cada cosecha. (g/m²).

$Rpfs/m^2 = \text{Peso de capítulos florales secos de cada distanciamiento}$

Metros cuadrados correspondientes a distanciamiento

Número de flores por planta: Se identificó la cantidad promedio de flores cosechadas por planta en cada cosecha. (Flores/planta).

Número de flores/planta = Flores cosechadas en cada distanciamiento

Plantas de cada distanciamiento

La información se tabuló y analizó en Microsoft Excel®. El análisis de varianza (ANOVA) se realizó en Excel®, la comparación de medias se realizó con la prueba de la diferencia honestamente significativa de Tukey con $\alpha < 0.05$ y la correlación para establecer la relación entre los rendimientos y distanciamientos se evaluó utilizando Excel®.

RESULTADOS

Los efectos de la densidad de siembra en la producción de plantas por hectárea, cosecha de flores por hectárea, rendimiento del peso fresco y seco por metro cuadrado y el número de flores cosechadas por planta se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efectos de la densidad de siembra en el rendimiento de *C. officinalis*. (Effect of plant density on the production of *C. officinalis*).

D	Plantas/ha	Número de flores/ha	Rpff (g/m ²)	Rpfs (g/m ²)	Número de flores /planta (flores/planta)
D:10 cm	100,000	585,123±400,000	125.53±70.26a**b**	18.98±10.85a**b*	6±3a**b**
D:15 cm	50,000	484,444±300,000	94.84±56.24	14.99±9.38	8±4c**d**
D:20 cm	33,333	453,457±310,000	93.04±65.21	15.02±10.34	10±5e**f**
D:30 cm	25,000	330,494±320,000	68.93±57.01a**	9.31±7.94a**	10±9g**h**
D:40 cm	20,000	433,519±270,000	95.63±56.63	15.13±9.09	19±10a**c**e**g*
D:60 cm (g.l. 161)	16,666	375,494±190,000	65.88±28.11b**	10.64±5.54b*	24±12b**d**f**h**
Valor p		0.051	0.002	0.002	3.57E-13

Fuente: (Pineda, 2015).

D=distanciamiento entre plantas, g.l.= grados de libertad, Rpff= Rendimiento del peso de la flor fresca por m², Rpfs= Rendimiento del peso de la flor seca por m².

Las medias seguidas por letra similar son significativamente diferentes entre sí.

**=Diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$); *=Diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

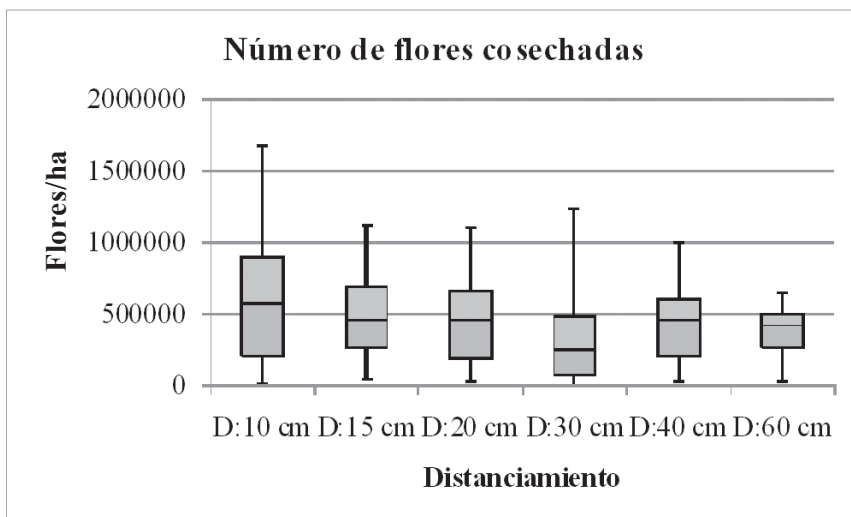
Número de flores cosechadas por hectárea

Con confianza del 95%, la cantidad de flores cosechadas en cada distanciamiento no fue significativamente diferente (Cuadro 2). La cosecha promedio de las plantas sembradas a 30cm entre sí fue la menor, con $330,494 \pm 320,000$ capítulos florales hectárea en cada cosecha, y la más productiva corresponde a las plantas sembradas a 10 cm entre sí, con producción promedio de $585,123 \pm 400,000$ capítulos florales por hectárea en cada cosecha, los resultados se sintetizan de forma gráfica en la Figura 1.

Cuadro 2. Análisis de varianza. (Annalysis of variance).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	382260.994	5	76452.199	2.262	0.051	2.272
Dentro de los grupos	5273201.630	156	33802.575			
Total	5655462.623	161				

Fuente: (Pineda, 2015).



Fuente: (Pineda, 2015)

Figura 1. Cantidad de flores de *C. officinalis* cosechadas nueve veces para cada distanciamiento, a partir del 21/6/2015 al 19/8/2015. (Number of flowers of *C. officinalis* harvested nine times for each spacing, from 21/6/2015 thru 19/8/2015).

Rendimiento del peso de flores frescas por metro cuadrado

Basado en el análisis de varianza el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de peso de flores frescas por metro cuadrado es significativa con una probabilidad de 0.01 (Cuadro 3). La densidad de siembra cuyo rendimiento fue menor corresponde a la de 60cm entre planta, con rendimiento de $65.88 \pm 28.11 \text{ g/m}^2$ y la de mayor rendimiento corresponde al distanciamiento entre plantas de 10cm, con rendimiento de $125.53 \pm 70.26 \text{ g/m}^2$ (Cuadro 1).

Cuadro 3. Análisis de varianza. (Annalysis of variance).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2284569.605	5	456913.921	3.886	0.002	2.272
Dentro de los grupos	18343880.222	156	117588.9758			
Total	20628449.827	161				

Fuente: (Pineda, 2015).

Rendimiento del peso de flores secas por metro cuadrado

Basado en el análisis de varianza el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de peso de flores secas por metro cuadrado es significativa con una probabilidad de 0.01 (Cuadro 4). La densidad de siembra cuyo rendimiento fue menor corresponde a la de 30cm entre planta, con rendimiento de $9.31 \pm 7.94 \text{ g/m}^2$ y la de mayor rendimiento corresponde al distanciamiento entre plantas de 10cm, con rendimiento de $18.98 \pm 10.85 \text{ g/m}^2$ (Cuadro 1).

Cuadro 4. Análisis de varianza. (Annalysis of variance).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	59674.327	5	11934.865	4.069	0.002	2.272
Dentro de los grupos	457553.926	156	2933.038			
Total	517228.253	161				

Fuente: (Pineda, 2015).

Número de flores por planta

Basado en el análisis de varianza el efecto de la densidad de siembra en la cantidad de flores producidas por planta es significativa con una probabilidad de 0.05 (Cuadro 5). Las densidad con menor producción de flores tiene rendimiento de 6 ± 3 flores/planta, correspondiente a las plantas con distanciamiento de 10 cm entre planta y la densidad con mayor producción de flores tiene rendimiento de 24 ± 12 flores/planta, correspondiente a las plantas con 60 cm entre planta (Cuadro 1). La producción de flores de las plantas con distanciamiento de 40 cm entre sí tienen diferencia altamente significativa respecto a las plantas ubicadas a 10, 15 y 20 cm y diferencia significativa respecto a las plantas ubicadas a 30 cm entre sí; las plantas ubicadas a 60 cm entre sí tienen diferencia altamente significativa respecto a las plantas ubicadas a 10, 15, 20 y 30 cm (Cuadro 6).

Cuadro 5. Análisis de varianza. (Annalysis of variance).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6604.460	5	1320.892	16.668	3.57472E-13	2.272
Dentro de los grupos	12362.302	156	79.246			
Total	18966.762	161				

Fuente: (Pineda, 2015).

Cuadro 6. Comparación de medias de producción de flores por planta en función al distanciamiento. Prueba de diferencias de Tukey. (Comparison of means on the production of flowers per plant in function to distance. Tukey test).

Comparación de distanciamientos	Estadístico Q	Valor p	Nivel de significancia
D:10 cm vs D:15 cm	0.9992	0.899995	N.S.
D:10 cm vs D:20 cm	2.4343	0.516858	N.S.
D:10 cm vs D:30 cm	2.4669	0.503653	N.S.
D:10 cm vs D:40 cm	7.301	0.001005	**
D:10 cm vs D:60 cm	10.5311	0.001005	**
D:15 cm vs D:20 cm	1.4351	0.899995	N.S.
D:15 cm vs D:30 cm	1.4677	0.899995	N.S.
D:15 cm vs D:40 cm	6.3017	0.001005	**
D:15 cm vs D:60 cm	9.5318	0.001005	**
D:20 cm vs D:30 cm	0.0326	0.899995	N.S.
D:20 cm vs D:40 cm	4.8667	0.00952	**
D:20 cm vs D:60 cm	8.0968	0.001005	**
D:30 cm vs D:40 cm	4.834	0.010258	*
D:30 cm vs D:60 cm	8.0641	0.001005	**
D:40 cm vs D:60 cm	3.2301	0.20683	N.S.

Fuente: (Pineda, 2015).

N.S. = Diferencia no significativa; **= Diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$); *=Diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Correlación de densidad vs rendimiento (g/m^2)

El coeficiente de correlación entre la densidad de siembra y el peso de flores frescas y secas tienen valor de $R = 0.861$ y $R = 0.780$, respectivamente, siendo la primera correlación significativa ($p < 0.05$). Ambas correlaciones son fuertes y positivas, lo cual indica que el aumento de la densidad de siembra explica el aumento en el rendimiento de las flores en peso fresco (Cuadro 7) y seco (Cuadro 8).

Cuadro 7. Correlación del rendimiento en peso de flores frescas por metro cuadrado. (Correlation on the yield of fresh flowers per square meter).

<i>Plantas/ha Rpff/m² (g/m²)</i>	
Plantas/ha	1
Rpff /m ² (g/m ²)	0.861
	1

Fuente: (Pineda, 2015).

Rpff = Rendimiento del peso de la flor fresca (Rpff) por m².

Cuadro 8. Correlación del rendimiento en peso de flores secas por metro cuadrado. (Correlation on the yield of dried flowers per square meter).

<i>Plantas/ha Rpfs/m² (g/m²)</i>	
Plantas/ha	1
Rpfs/m ² (g/m ²)	0.780
	1

Fuente: (Pineda, 2015).

Rpfs= Rendimiento del peso de la flor seca (Rpfs) por m².

Evaluación de costos

Se estimó el costo de producir *Calendula officinalis* L. en un invernadero, en un área de 972m², considerando costos de depreciación, costos fijos y costos variables.

Cuadro 9. Costo de producción (Q/lb). (Production cost (Q/pound)).

Costo	D: 10cm	D: 15cm	D: 20cm	D: 30cm	D: 40cm	D: 60cm
Duración de cultivo (meses)	4	4	4	4	4	4
Costo de producción (Q)	18,669.54	15,881.72	15,862.63	15,800.06	15,786.75	15,780.97
Producción (lb)	40.66	32.13	32.20	19.95	32.42	22.79
Costo de producción (Q/lb)	459.14	494.29	492.69	792.09	486.93	692.41

Fuente: (Pineda, 2015).

En el Cuadro 9 se detalla que en 972m² se logra producir más flores cuando las plantas tienen distancia de 10 cm entre sí, cuyo costo de producción por libra es el menor, en relación a las otras densidades de siembra evaluadas.

DISCUSIÓN

El cultivo de *Calendula officinalis* L. en invernadero en Santa Lucía Milpas Altas, Guatemala, coteja que el medio de cultivo es uno de los factores que tiene rol significativo en la tasa de germinación, altura de la planta, número de hojas, número de flores, densidad de siembra, crecimiento general de la planta, entre otros (Kareem, Saeed & Hammad, 2014). Durante los cinco meses de estudio se observó que la emergencia de las semillas fue a los 15 días desde la fecha de siembra, lo cual comprende el rango de 5 a 15 días descritos por Gorp (2009). En cuanto al porcentaje de germinación, fue de 73%, lo cual está dentro del rango indicado en la guía de Askew (2004), donde se indica que el porcentaje de germinación es de 60-80%. A los dos 72 días después del trasplante en campo de siembra definitiva, se observaron flores cuando las plantas alcanzaron altura promedio de 44 ± 9 centímetros. En Holanda se han obtenido valores similares en plantas cuya floración está en el rango de 63 a 75 días (Gorp, 2009). Gorp (2009) reportó que, en Países Bajos durante la primavera, en mayo, las plantas alcanzaron altura promedio de 40 a 47 centímetros.

Respecto a la producción de flores, la primera cosecha se llevó a cabo 51 días después del trasplante. Anderson (2013) reportó que en Estados Unidos la cosecha de *C. officinalis* en invernadero se inició 55 días después del trasplante, y Gesch (2013) reportó que en Minnesota, Estados Unidos, en campo abierto, fue entre los 52-59 días. Apoyando con lo reportado por Król (2011), inicialmente la cantidad de flores cosechadas fue poca, pero fue aumentando a partir de la cuarta cosecha.

Al evaluar el rendimiento de flores por planta en las seis densidades de estudio se evidenció el efecto significativo ($p < 0.05$) en cuanto al aumento en la producción de flores con relación a la disminución de la densidad de

siembra. Las plantas más altas se sostenían y presionaban a las más pequeñas, suprimiendo su crecimiento; en ecología Weiner y Freckleton (2010) denominan este fenómeno como competencia interespecífica asimétrica.

En este estudio la mayor cantidad de flores por planta se obtuvo en las plantas con 60 cm de distancia entre sí (24 ± 12 flores/planta), esto sucedió porque hubo menor competencia entre plantas, hubo mayor absorción de luz, agua y nutrientes en cada planta, lo cual resultó en mayor cantidad de flores por planta (Reza, Hashemabadi, Vali & Kaviani, 2011). Por el contrario, las plantas con 10 cm de distancia entre sí produjeron la menor cantidad de flores (6 ± 3 flores/planta), esto a causa del déficit de luz, agua y de acceso a nutrientes los cuales son factores que influyen en la disminución en la producción de flores en densidades de siembra mayores (Shakib, Nejad & Khalighi, 2010).

Estudios similares afirman lo anterior. Martin y Deo (2010) al evaluar el efecto de la densidad de siembra en campo abierto indicaron que el mayor y menor número de flores por planta fue en la densidad menor que experimentaron, de 9 plantas/m² (18 flores/planta) y en la densidad mayor que experimentaron 332 plantas/m² (2 flores/planta), respectivamente. La investigación de Mili (2003) sobre el efecto de la densidad de siembra y niveles de nitrógeno en el crecimiento y producción de flores de *C. officinalis* también demostró que la mayor cantidad de flores por planta la obtuvo en la densidad de siembra menor que experimentó (45x45 cm).

El efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del peso de flores secas de este estudio tuvo resultado altamente significativo con confianza de 99%. El rendimiento más alto se obtuvo en las plantas sembradas a 10 cm entre sí (18.98 ± 10.85 g/m²). No hubo diferencia significativa en esta variable en los distanciamientos de planta con 15 cm, 20 cm y 40 cm entre

plantas. Estudios similares presentan la misma tendencia. El estudio de Reza (2011) demostró que entre los espaciamientos evaluados (12.5, 6.25, 4.2 y 3.2 cm) el óptimo para *C. officinalis* fue de 12.5 cm. Los estudios realizados en Serbia por Jaëimoviæ, Marinkoviæ y Mrđa (2007) y Crnobaraç, Jaëimoviæ, Marinkoviæ, Mircov, Mrđa y Babiaë, (2007) también reportaron que el distanciamiento entre plantas con el cual produjeron mayor masa de flores de *C. officinalis* fue de 12.5 cm.

La correlación que existe entre el rendimiento de las flores frescas y la densidad de siembra fue positiva y significativa ($r=0.861$, $p<0.05$) y en la evaluación de la correlación del rendimiento de las flores secas y la densidad de siembra también fue positiva ($r=0.780$). De acuerdo al análisis de correlación, el distanciamiento entre plantas explica el rendimiento de la planta.

La investigación *Constant Final Yield* de Weiner (2010), expone que en densidades bajas no hay competencia entre plantas, lo cual resulta en un incremento lineal de biomasa, siendo la biomasa total proporcional a la densidad. Por el contrario, en densidades altas, la tasa de aumento de rendimiento por densidad disminuye, mientras que la masa media de la planta decrece conforme aumenta la densidad; por lo tanto, el incremento total de la biomasa es menor que proporcional al incremento de la densidad.

La correlación que existe entre el rendimiento de las plantas y la densidad de siembra tiene límites. Aumentar la densidad de siembra puede resultar en la mortalidad de las plantas (Weiner & Freckleton, 2010).

El análisis de costos de producción explica que los recursos disponibles se optimizan cuando se logran mayores rendimientos de flores secas.

Para la obtención de mayor rendimiento de flores secas por metro lineal, el distanciamiento entre plantas en invernadero que se recomienda con los resultados obtenidos en este estudio es de 10 cm entre planta, siendo éste inferior al distanciamiento de 15-20 cm de siembra en campo abierto recomendado en Estados Unidos por la Sociedad herbal de Estados Unidos (2007) y en India por Mili (2003).

Adicional a los resultados óptimos, el resultado menos favorable que se obtuvo fue con la densidad de siembra de 30 cm entre planta, lo cual presenta la oportunidad y la importancia de conducir estudios más amplios para observar los factores diversos que afectan en la productividad de *C. officinalis* a causa de la sensibilidad nata de las plantas a las condiciones de cultivo (Torbaghan, 2012).

Basado en los resultados, se recomienda hacer más estudios de cultivo de *C. officinalis* en Guatemala para evaluar y comparar el efecto que tiene la fertilización en la productividad de las plantas y el efecto de las densidades de siembra en la producción de principios activos ya que Okoh (2007) indica que el rendimiento de los aceites esenciales en los distintos estados vegetativos aumentan con la edad de la planta en un rango entre 0.13% (3ra semana) y 0.97% (12va semana). También se recomienda investigar el efecto que tienen las condiciones de estrés en la productividad de *C. officinalis*, así como el efecto que tiene la aplicación de mejores prácticas agrícolas.

CONCLUSIONES

- 1) La densidad de siembra tiene efecto significativo en la producción de flores por planta, en el rendimiento de flores frescas por metro cuadrado y en el rendimiento de flores secas por metro cuadrado.
- 2) El distanciamiento entre plantas con el cual se obtiene mayor producción de flores por metro cuadrado en invernadero, al menor costo, corresponde al de 10 cm entre plantas, cuya densidad de siembra es de 100,000 plantas/ha (1053 ± 577 flores/cosecha), con costo de producción de Q.459.14/lb.
- 3) Existe correlación significativa entre el rendimiento de flores frescas y la densidad de siembra. También se identificó correlación positiva entre el rendimiento de flores secas y la densidad de siembra.
- 4) El cultivo de *Caléndula officinalis* L. tiene potencial agronómico en la región de Santa Lucía Milpas Altas, Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la familia Faillace Abascal por permitirme completar este estudio de investigación en sus instalaciones; a Eswin y a Berny por su asistencia operativa cada semana; a Katia Tejeda por ser una excelente *coach* en potencia; a Vilma Porres y Leonardo Faillace por compartirme sus conocimientos y prácticas agronómicas; al respetable Ing. Medinilla por su asesoría; y a los respetables catedráticos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por compartir su experiencia y conocimientos.

LITERATURA CITADA

- Abraham, A. P. (2011). Agricultura protegida (Ventajas y desventajas en el uso de invernaderos). *TecnoAgro*, 69. Obtenido de <http://tecnoagro.com.mx/revista/2011/no-69/agricultura-protegida-ventajas-y-desventajas-en-el-uso-de-invernaderos/>
- AEMET. (2015). *Agencia Estatal de Metereología*. Obtenido de Fenología: www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/fenologia/ayuda
- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria/Fundación Oswaldo Cruz. (2010). *Farmacopeia Brasileira* (Sta. ed., Vol. 2). (S. Pineda, Trad.) Brasilia: Brasilia: Anvisa. doi:ISBN 978-85-88233-41-6
- Ahmad, R., Davood, H., Mohammad, V. & Behzad, K. (2011). Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(20), 5110-5115.
- Anderson, V. M. (2013). *Calendula officinalis growth and production of secondary compounds in greenhouse and soil-based herbal organic production systems*. 98. Estados Unidos: Theses and Dissertations—Plant and Soil Sciences.
- Askew, M. (2004). *Agronomy Guide: Generic guidelines on the agronomy of selected industrial crops*. Interactive European Network for Industrial Crops and Applications. Nueva York: IENICA project.
- Azkues, M. d. (2015). *La fenología como herramienta en la agroclimatología*. Obtenido de [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm): <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>
- Baliëviā, R., Ravliā, M., Kne•eviā, M., Mariā, K. & Mikiā, I. (2014). Effect of Marigold (*Calendula officinalis* L.) cogermination, extracts and residues on weed species hoary cress (*Cardaria draba* (L.) DESV.). *Herbologia*, 14(1), 9.
- Berimavandi, A. R., Hashemabadi, D., Ghaziani, M. V. & Kaviani, B. (2011). Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(20), 5110-5115.
- Cáceres, A. (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cáceres, A. (2000). *Plantas de uso medicinal en Guatemala* (1ra. ed.). Guatemala: Editorial universitaria.

- Cáceres, A. (2003). *Vademecum Nacional de Plantas Medicinales*. Guatemala: Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Calderón, G. & Chaves, M. (2003). Estudio Agroindustrial de cuatro densidades de siembra con la variedad de caña de azúcar B76-259 cultivada en Atirro, Turrialba. *Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, 10.
- Castañeda, F. & Sigüenza, P. (2013). *Estudio de casos exitosos de Agricultura Sostenible y Soberanía Alimentaria en el Marco del PIDAASSA Guatemala*. Guatemala: Programa de Intercambio, Diálogo, Asesoría en Agricultura Sostenible y Soberanía Alimentaria .
- Centro de Comercio Internacional. (2014). *US Imports of Essential Oils, 2009 to 2013 – Part One*. Obtenido de http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Market_Data_and_Information/Market_insider/Market_Insider/Essential_Oils/US%20Essential%20oil%20import%20stats%202009-2014%20Part%20One.pdf
- Centro de Comercio Internacional. (enero de 2016). *Essential oils and oleoresins*. Obtenido de Market Insider: http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Market_Data_and_Information/Market_information/Market_Insider/Essential_Oils/Monthly%20report%20January%202016.pdf
- Crnobarac, J., Jaëmoviæ, G., Marinkoviæ, B., Mircov, V., Mrða, J. & Babiæ, M. (2007). Dynamics of pot marigold yield formation depended by varieties and row distance. *Crop and vegetable production*, 8.
- Cromack, H. & Smith, J. (1998). *Calendula officinalis*—production potential and crop agronomy in southern England. *Industrial Crops and Products*, 7(2-3), 223-229.
- de la Luz, L. A., Ferrada, C. R. & Govín, E. S. (2001). Instructivo técnico de *Calendula officinalis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1(23), 5.
- Franco, M. P., Moya, E. S., Ramírez, L. L., Gonzalez, M. L., Cabrera, O. A. & Pérez, A. B. (2013). Efecto de la densidad y métodos de siembra en el rendimiento de grano de trigo en el Bajío, México. *Agrociencia*, 47(2), 2.
- Gabriel Roberto Robles Valle, K. O. (2000). *Evaluación de los productos forestales no madereros en América Central*. Obtenido de www.fao.org: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/ae159s/AE159S00.pdf>
- Gesch, R. W. (2013). Growth and yield response of calendula (*Calendula officinalis*) to sowing date in the northern U.S. *Industrial Crops and Products*, 45, 5.

- Gomes, I. C., Giardini, F. P., Montoya, S. G., Dias, V. V., Viana, J. P. & Cecon, P. R. (2016). Growth, development and content of flavonoids in calendula (*Calendula officinalis* L.). (E. d. Maringá, Ed.) *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(1), 69-75. doi:<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.25976>
- Gorp, K. v. (2009). A Growers Manual for *Calendula officinalis* L. Reino Unido: Royal Cebeco Group. Obtenido de www.ienica.net/usefulreports/calendulamannual.pdf
- Hernández, M. I., Laffita, M. C. & Ojeda, A. (2006). *Cultivo protegido de las hortalizas: Medio ambiente y sociedad*. México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- IICA. (2010). *Informe Anual 2009: La Contribución del IICA al Desarrollo de la Agricultura y las Comunidades Rurales en Guatemala*. IICA. doi:IICA-IA-2009
- INTA. (2005). *Producción en Ambientes Protegidos y/o Controlados*. San José, Costa Rica: INTA.
- Jašimoviæ, G., Marinkoviæ, B. & Mrða, J. (2007). Effect of row spacing on Calendula (*Calendula officinalis* L.) flowers production. *Field and Vegetable Crops*, 39, 77-82.
- Kalvatchev, Z., Walder, R. & Garzaro, D. (1997). Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. *Biomed Pharmacother*, 2, 4.
- Kareem, A., Saeed, S. & Hammad, H. M. (2014). Growth and performance of *Calendula officinalis* L. on different crop residues. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2, 3.
- Król, B. (2011). Yield and Chemical Composition Of Flower Heads Of Selected Cultivars Of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). *ACTA Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 1(11), 11.
- Lehmuskallio, J. (2016). *Nature Gate*. Obtenido de Caléndula: <http://www.luontoportti.com/suomi/es/kukkakasvit/calendula>
- Lence, I. P. (2007). *Técnicas paralelas aplicadas a optimización no lineal en sistemas de memoria distribuida*. Universidad de santiago de compostela, Física. España: Universidad de santiago de compostela.
- Luz, L. A., Ferradá, C. R. & Govín, E. S. (2001). Instructivo técnico de *Calendula officinalis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1(23), 5.
- Luz, L. L. (2006). *Herbotecnia*. Obtenido de La producción agrícola de plantas medicinales en Cuba: <http://www.herbotecnia.com.ar/c-public-011.html>

- Martiin, C. (2013). *The World of Agricultural Economics: An Introduction*. Reino Unido: Routledge.
- Martin, R. J. & Deo, B. (2010). Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28(1), 37-44. doi:10.1080/01140671.2000.9514120
- Martínez, J. V. (1995). *Guatemala: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos*. Guatemala: FAO.
- Meier, U. (2001). *BBCH Monografía*. Alemania: Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura.
- Mendez, G. (2002). *Estado de la información forestal de Guatemala*. Santiago Chile: www.fao.org. Obtenido de ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ad402s/ad402s00.pdf
- Mili, R. & Sable, A. (2003). Effect of planting density and nitrogen levels on growth and flower production of calendula (*Calendula officinalis* L.). *Indian Journal of Horticulture*, 60(4), 343-345.
- Ministerio de Economía de Guatemala. (2011). *Reglamento Técnico Centroamericano. Productos Farmacéuticos. Productos Naturales Medicinales Para Uso Humano. Registro Sanitario*. Reglamento Técnico Centroamericano, Ministerio de Economía de Guatemala.
- Mishra, A., Mishra, A. & Chattopadhyay, P. (2012). Assessment of In vitro Sun Protection Factor of *Calendula Officinalis* L. (Asteraceae) Essential Oil Formulation. *Journal of Young Pharmacists*, 4(1), 17-21. doi:10.4103/0975-1483.93575
- Murray, C. P., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. (H. a. Sciences, Ed.) Melbourne. Obtenido de http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html
- Okoh, O., Sadimenko, A. & Afolayan, A. (2007). The Effects of Age on the Yield and Composition of the Essential Oils of *Calendula officinalis*. *Journal of Applied Sciences*, 7(23), 5.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). *FAO Repositorio de documentos*. Obtenido de Global Forest Resources Assessment 2000: http://www.fao.org/docrep/004/y1997e/y1997e0f.htm
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Intensificación sostenible de la producción agrícola*. Obtenido de www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/spi/es

- Organización Mundial de la Salud. (2005). La Organización Mundial de la Salud desaconseja el uso de camas solares a las personas menores de 18 años. *Centro de prensa OMS*. Ginebra: OMS. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2005/np07/es/>
- Orozco, M. S., Correa, C. R., García, M. A., Ramírez, H., Conde, C. I., Castañeda, H. G., . . . Saldarriaga, L. (2007). El cultivo de la Caléndula (*Calendula officinalis* L.). (U. N. Colombia, Ed.) *Programa de investigación en plantas medicinales, aromáticas y condimentarias*, 15.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. (H. a. Sciences, Ed.) Melbourne. Obtenido de <http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>
- Pulgarín, J. A., Farfán, F., Moreno, A. M., Fernando, S. L. & Gómez, E. H. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Colombia: Cenicafé.
- R. J. Martin, B. Deo. (2010). Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. *28(1)*, 37-44. Nueva Zelanda.
- Rani, K. (2013). Morpho-physiological study of *Calendula officinalis* L. under saline conditions. Hisar, India. Obtenido de <file:///C:/Documents%20and%20Settings/TOSHIBA%20USER/My%20Documents/Downloads/CCSHAU-293627-Kusum%20Rani.pdf>
- Rani, K. (2013). Morpho-physiological study of *Calendula officinalis* L. under saline conditions. Hisar, India: CCSHAU. Obtenido de <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/76619>
- Reza, A., Hashemabadi, D., Vali, M. & Kaviani, B. (2011). Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5(20)*, 5110-5115.
- Rodriguez, F. & Gomez Bravo, L. (1997). Indicadores de calidad y productividad en la empresa. Venezuela: Editorial Tiempos Nuevos.
- Severino, F., da Conceisao, E. C., Sousa, E., Carrera, J. O. & Ribeiro, R. M. (2014). The effects of extraction method on recovery rutin from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). *Pharmacognosy Magazine*, 3.
- Shakib, A. K., Nejad, A. R. & Khalighi, A. (2010). Changes in seed and oil yield of *Calendula officinalis* L. as affected by different levels of nitrogen and plant density. *Research on Crops*, *11(3)*, 728-732.

- Suaste-Franco, M. P., Solís-Moya, E., Ledesma-Ramírez, L., Cruz-Gonzalez, M. L., Grageda-Cabrera, O. A. & Báez-Pérez, A. (2013). Efecto de la densidad y métodos de siembra en el rendimiento de grano de trigo en el Bajío, México. *Agrociencia*, 47(2), 2.
- The Herb Society of America. (2007). *Calendula*. An Herb Society of America Guide. Kirtland, Ohio: THE HERB SOCIETY OF AMERICA.
- Torbaghan, M. E. (2012). Effect of salt stress on germination and some growth parameters of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Plant Science Journal*, 1(1), 13.
- UN Comtrade Database. (2016). *Beta trade data extraction interface*. Obtenido de <http://comtrade.un.org/data/>
- Weiner, J. & Freckleton, R. (2010). Constant Field Yield. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 41, 173-192.
- WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. (2004). *Flos Calendulae* (Vol. 2). World Health Organization.
- Wilen, R., Barl, B., Slinkard, A. & Bandara, M. (2004). Feasibility of Cultivation Calendula as a Dual Purpose Industrial Oilseed and Medicinal Crop. *Acta Hort.* 629, 7.
- Wilen, R., Barl, B., Slinkard, A. & Bandara, M. (2004). Feasibility of Cultivation Calendula as a Dual Purpose Industrial Oilseed and Medicinal Crop. *Acta Hort.* 629, 7.
- Yzarra, W. J. & López, F. M. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Perú: SENAH-MI.



CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA, MORFOLÓGICA, SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DEL CULTIVAR DE PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr.) “JOCOTILLO”, EN VILLA CANALES, GUATEMALA

Autor:

Julio Fernando Sandoval Mendoza*

Recibido el 19 de enero de 2017.

Aprobado el 02 de febrero de 2017.

* Ingeniero Agrónomo por la Facultad de Agronomía de la USAC.

RESUMEN

El cultivar de piña (*Ananas comosus* (L.) Merrill.) denominado por los agricultores como "Jocotillo", fue medido con las variables morfológicas cuantitativas y cualitativas acordes a descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos para frutales y en específico para piña, también haciéndose el estudio organoléptico y sensorial del fruto, para complementar su caracterización.

La investigación se llevó a cabo en cinco fincas ubicadas en la aldea El Jocotillo del municipio de Villa Canales, a una distancia de 50 kilómetros de la ciudad capital. Tiene una altitud promedio de 1,100 m s.n.m., y se encuentra dentro de las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 14°19'27" y 14°21'55", y Longitud Oeste: 90°29'10" y 90°31'23", los productores que se involucraron para hacer el estudio son los que tienen la mayor extensión de la producción del lugar, del material vegetativo usado perteneciente al cultivar "Jocotillo".

En las variables cualitativas evaluadas se observó que no varían, y todas identificándose como de variedad Hawaiana Cayena Lisa.

Palabras clave: Caracterización, cultivar, bromatología, organoléptico.

**AGRONOMIC, MORPHOLOGICAL, SENSORY AND
BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PINEAPPLE
CULTIVAR (*Ananas comosus* (L) Merr.) "JOCOTILLO", IN
VILLA CANALES, GUATEMALA.**

ABSTRACT

The pineapple cultivar (*Ananas comosus* (L.) Merrill.) Named by farmers as "Jocotillo", It was necessary to measure the quantitative and qualitative morphological variables according to descriptors of the International Institute of Plant Genetic Resources for fruit trees and specific for pineapples, also making the organoleptic and sensorial study of the fruit, to complement their characterization.

The investigation was carried out in five farms located in the village El Jocotillo of the municipality of Villa Canales, at a distance of 50 kilometers of the capital city. It has an average altitude of 1,100 m s.n.m. and is within the following coordinates: North Latitude: 14°19'27" and 14°21'55", and West Length: 90°29'10" and 90°31'23", the producers that were involved to make the study are those that have the greatest extension of the production of the place, of the vegetative material used belonging to the cultivar "Jocotillo".

In the qualitative variables evaluated it was observed that they did not vary, and all identified as of the Hawaiian variety Cayenne Lisa.

Keywords: Characterization, cultivar, bromatology, organoleptic.

INTRODUCCIÓN

La piña del Jocotillo se ha cultivado desde hace 60 años y con gran éxito a nivel comercial donde se distribuye a nivel nacional, el sur de México, El Salvador y Honduras (Vásquez, 2009), la planta bien nutrida expresa un tamaño de la fruta adecuada y de buen rendimiento, dulce y jugosa; sufre menos daños mecánicos en transporte que la variedad MD-2. Este cultivo es de gran importancia para la aldea y otras aldeñas, crea ingresos y genera fuente de empleo directa e indirectamente.

En el presente trabajo de investigación, se analizaron 25 unidades de muestreo en 5 fincas representativas dentro de la aldea en la caracterización de la planta, basándose principalmente en la necesidad de ver la diversidad de expresiones del cultivar conocido como "Jocotillo", y que sea aceptado como una tipificación del producto o para hacer una denominación de origen como una sugerencia de los resultados del estudio.

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron concluir en forma generalizada y por las características cualitativas pertenecen a la variedad Hawaiana Cayena Lisa, por las características de la distribución de las espinas, la forma de la fruta, el color del fruto cuando está maduro, la firmeza de la fruta y el color de la pulpa, coincide con lo que la literatura informa al describir esta variedad, lo que confirmó la hipótesis planteada en este estudio.

Con base al análisis sensorial practicado, se determinó por las características organolépticas del fruto de la planta del cultivar "Jocotillo" que es atractiva para el consumo en fresco y la agroindustria, el análisis bromatológico de la pulpa de piña dio a conocer que es una fruta de excelentes calidades nutricionales.

La presente investigación tuvo una duración de campo de 3 meses, desde agosto hasta octubre del año 2015. El lugar físico de la investigación fue en cinco fincas ubicadas en la aldea El Jocotillo del Municipio de Villa Canales, Guatemala.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Descriptor de *Ananas sp.* del IBPGRI (1991).
2. Plantas de piña con fruta de distintas fincas evaluadas.
3. Reglas.
4. Cinta métrica.
5. Sacarímetro.
6. Cuchillo.
7. Balanza de peso digital.
8. Cámara fotográfica.
9. Cuaderno de apuntes.
10. Laptop.

Se utilizó el método de la encuesta en la comunidad El Jocotillo, de Villa Canales para determinar el sistema del cultivo. Se realizaron 10 encuestas a agricultores que producen la piña "Jocotillo" y que tuviesen más de 2 hectáreas de cultivo establecido, y para que sea representativo el área de muestreo se trabajó con los 5 productores de piña que tienen la mayor área de siembra y que sobrepasa el 50% del área de producción de la aldea.

Las características a establecer de la planta fueron establecidas acordes a los descriptores del IBPGRI para frutales y en específico para piña, se trabajaron por finca la cantidad de 5 plantas tomadas aleatoriamente para medir sus variables de respuesta: Variables cuantitativas y cualitativas que se seleccionaron con base al descriptor de *Ananas sp.* del IBPGRI (1991).

Los métodos empleados para obtener las variables de las plantas (fase vegetativa, la inflorescencia, la fruta, la pulpa, la corona y la semilla)

- Todo referente a mediciones se hicieron con una regla milimétrica y la medida fue en centímetros y milímetros.
- Para los datos de la planta que usaron estados del descriptor: Se utilizó el Descriptor IBPGRI.
- Para la forma de la fruta y la forma de la corona, se utilizaron figuras 4 y 5 del descriptor del IBPGRI.

Las muestras del presente estudio fueron los frutos obtenidos en 5 fincas de la aldea, de donde se colectaron las muestras para la caracterización de la planta, y se llevaron al laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía en Universidad de San Carlos de Guatemala ubicado en la zona 12 de la Ciudad Capital. El tiempo de estudio del presente análisis sensorial fue en un periodo de un mes, en agosto del año 2015.

Se evaluaron con base a los parámetros las características del fruto que afectan los sentidos del consumidor utilizando medios visuales e instrumentos, fueron hechos los perfiles de olor, color, sabor y textura de la fruta. Los jueces identificaron y describieron en cada uno de los estados del descriptor para cada fruta evaluada, los resultados se describen en el informe de la investigación presentada, (Martínez *et al.*, 2003).

De cada finca seleccionada se tomaron 5 frutos, y fueron trasladados debidamente identificados a los laboratorios de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala ubicada en la zona 12, se procedió a realizar una pasta homogénea para evaluar las distintas propiedades bromatológicas de la fruta, con base seca y en base como alimento.

Para la información proveniente de:

- La encuesta y selección de agricultores, se utilizó la estadística descriptiva.
- Los resultados de las distintas variables morfológicas obtenidas, se procedió a utilizar la estadística descriptiva (media $\bar{x}$, desviación estándar “s”, varianza σ^2 y rango “R”).
- En el análisis sensorial del fruto se utilizó la estadística descriptiva.
- En el análisis bromatológico del fruto se utilizó la estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sistema de producción

Con base a la información de las boletas de campo se determinó que el sistema de cultivo es una serie de sucesos que conlleva preparar el terreno en forma manual, siembran monocultivo en surcos dobles utilizando 47,620 plantas por ha, al momento de la siembra aplican entre el surco cantidades de gallinaza que van de 0 a 200 qq por ha y hacen 3 aplicaciones de fertilizantes granulares en el año con 4 aplicaciones de fertilizantes foliares durante el ciclo del cultivo.

Usan agroquímico para controlar las plagas, enfermedades y malezas, también aplican en el centro de la planta Ethrel que es inductor floral para calendarizar la cosecha del fruto. Viendo los costos e ingresos se observó que el cultivo de la piña es rentable para cualquier inversionista con una TIR de 169 %.

De acuerdo con la encuesta realizada en la aldea, los canales de comercialización más importantes son:

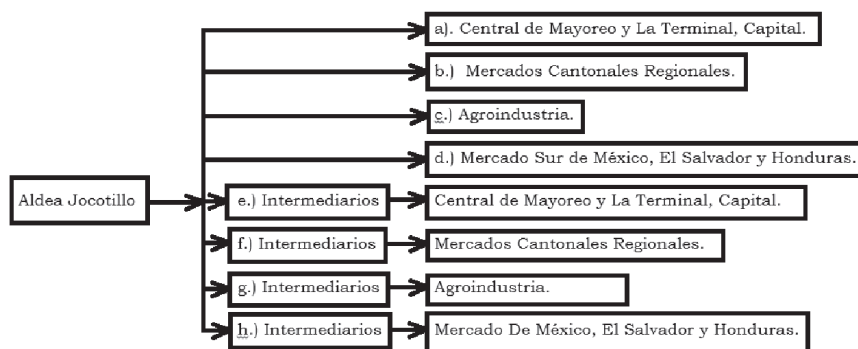


Figura 1. Flujograma de la comercialización de la piña cultivar "Jocotillo".

Tipificación de los principales rasgos morfológicos del cultivar de la piña "Jocotillo"

Luego de hacer una estratificación entre los piñales de cada agricultor, se procedió a la toma de las muestras para los análisis morfológicos de las plantas, los resultados son presentados a continuación.

Las principales características cuantitativas del cultivar de piña "Jocotillo" son en promedio: La altura de la planta de 81.04 cm; El diámetro del tallo de 7.84 cm; El número de hojas por planta de 50; La longitud de la hoja más larga de 86.4 cm; La longitud del pedúnculo de 20.99 cm; Los días a florecer después de la siembra de 371 días.; El número de flores por la inflorescencia de 126 flores.; El peso de la fruta de 2420.64 g; La altura de la fruta de 18.456 g; El diámetro de la fruta de 13.956 cm; Los grados brix de la fruta de 14.775 grados; El número de bayas en la fruta de 126 bayas.

Lo vegetativo en la planta de piña: en cuanto al hábito de postura de la planta sin la fruta reportó un hábito recto en la finca 1, 2 y 5 y normal en la finca 3 y 4, el hábito de postura de la planta con la fruta reportó un hábito de 90° en la finca 1, 2 y 5 y 45° grados en la finca 3 y 4; la actitud de follaje es abierta, el color de las medias hojas de la planta de piña reportó un color verde con el rojo moteado, excepto en la planta 2 de la finca número 4 que reportó un color verde con el amarillo moteado.

La distribución de las espinas en las hojas del medio de las plantas reportaron espinas en las puntas de la hoja y cerca de la base de las plantas, la dirección de las espinas en las hojas del medio de la planta reportaron una dirección solo ascendente, y siendo el color de las espinas de las hojas rojizo, el color del pedúnculo de la planta reportó ser verde, y en todas las plantas no hubo presencia de tricomas.

En la inflorescencia: Si hubo una presencia de bráctea floral de forma plana y de aspecto liso.

En la fruta: La forma de la fruta de piña reportó una forma cilíndrica en las fincas 1, 2 y 5, y una forma piramidal en las fincas 3 y 4, con una proporción del peso de la fruta y el peso de la planta medio, el color de la fruta cuando está maduro es naranja rojiza y la homogeneidad buena; hacia donde perfilan las bayas de la fruta de piña es de carácter normal y con una superficie de la baya pequeño, la firmeza de la fruta cuando está en su madurez fisiológica reportó que es firme y de un aroma externo de la fruta agradable.

En la pulpa: el color de la pulpa cuando la fruta está madura reportó un color pálido amarillo y de firmeza medio, con textura liso y de fibrosidad en pequeña cantidad de fibra, de aroma de buen aroma al elemento, con textura de la pulpa liso y de una translucidez bueno.

La corona: la forma de la corona cuando es la cosecha de la fruta reporto ser alargado cilíndrico con la cima arracimada y la actitud del follaje de la corona es recto.

La semilla: se reportó ausente la presencia de semillas.

Análisis sensorial de los frutos del cultivar "Jocotillo"

Con base al análisis sensorial practicado, las principales características organolépticas del fruto de la planta del cultivar "Jocotillo" son: El color de la pulpa es pálido amarillo; La firmeza de la pulpa es media; La textura de la pulpa es liso; La fibrosidad de la pulpa es de poca cantidad de fibra; El aroma de la pulpa es con buen olor a piña; El sabor de la pulpa es poco acido; La dulzura de la pulpa es muy dulce; La textura de la pulpa es liso; La translucidez de la pulpa es bueno. Por lo anterior, la hacen atractiva para el consumo en fresco y la agroindustria.

Análisis bromatológico de los frutos del cultivar "Jocotillo"

Luego de hacer una estratificación entre los piñales de cada agricultor, se procedió a la toma de las muestras para los análisis bromatológicos y de serviros de referencia en el estudio de la investigación. El análisis bromatológico de la pulpa de piña contiene los siguientes nutrientes en promedio Base Seca: Agua 88.29 %; Fibra cruda 3.51 %; Proteína cruda 5.868 %; Cenizas 4.796 %; Extracto libre de nitrógeno 85.47 %; Calcio 0.21 %; Fosforo 0.062 %; Lignina 13.632 %; Nutrientes digestibles totales 37.30; P. H. 5.056 %; Energía bruta 2327.4 Mcal/kg, mientras en el análisis bromatológico de la pulpa de piña contiene los siguientes nutrientes en promedio Base Como Alimento: Extracto etéreo 0.042 %; Fibra cruda 0.41 %; Proteína cruda 0.686 %; Cenizas 0.562 %, por lo que es una fruta de excelentes calidades nutricionales.

CONCLUSIONES

- El sistema de producción de la piña en la aldea El Jocotillo es una serie de sucesos que conlleva preparar el terreno en forma manual, siembran monocultivo en surcos dobles utilizando 47,620 plantas por ha, al momento de la siembra aplican entre el surco cantidades de gallinaza que van de 0 a 200 qq por ha y hacen 3 aplicaciones de fertilizantes granulares en el año con 4 aplicaciones de fertilizantes foliares durante el ciclo del cultivo, usan agroquímico para controlar las plagas, enfermedades y malezas, también aplican en el centro de la planta Ethrel que es inductor floral para calendarizar la cosecha del fruto. Viendo los costos e ingresos se observó que el cultivo de la piña es rentable para cualquier inversionista con una TIR de 169 %.
- Las principales características cuantitativas del cultivar de piña "Jocotillo" son en promedio: La altura de la planta de 81.04 cm; El diámetro del tallo de 7.84 cm; El número de hojas por planta de 50; La longitud de la hoja más larga de 86.4 cm; La longitud del pedúnculo de 20.99 cm; Los días a florecer después de la siembra de 371 días.; El número de flores por la inflorescencia de 126 flores.; El peso de la fruta de 2420.64 g; La altura de la fruta de 18.456 g; El diámetro de la fruta de 13.956 cm; Los grados brix de la fruta de 14.775 grados; El número de bayas en la fruta de 126 bayas.
- Con base al análisis sensorial practicado, las principales características organolépticas del fruto de la planta del cultivar "Jocotillo" son: El color de la pulpa es pálido amarillo; La firmeza de la pulpa es media; La textura de la pulpa es liso; La fibrosidad de la pulpa es de poca cantidad de fibra; El aroma de la pulpa es con buen olor a piña; El sabor de la pulpa es poco acido; La dulzura de la pulpa es muy dulce; La textura de

la pulpa es liso; La traslucidez de la pulpa es bueno. Por lo anterior, la hacen atractiva para el consumo en fresco y la agroindustria.

- El análisis bromatológico de la pulpa de piña contiene los siguientes nutrientes en promedio Base Seca: Agua 88.29 %; Fibra cruda 3.51 %; Proteína cruda 5.868 %; Cenizas 4.796 %; Extracto libre de nitrógeno 85.47 %; Calcio 0.21 %; Fosforo 0.062 %; Lignina 13.632 %; Nutrientes digestibles totales 37.30; P. H. 5.056 %; Energía bruta 2327.4 Mcal/kg, mientras en el análisis bromatológico de la pulpa de piña contiene los siguientes nutrientes en promedio Base Como Alimento: Extracto etéreo 0.042 %; Fibra cruda 0.41 %; Proteína cruda 0.686 %; Cenizas 0.562 %, por lo que es una fruta de excelentes calidades nutricionales.
- Con los resultados obtenidos de las variables cualitativas en los análisis morfológicos de la planta del cultivar "Jocotillo", permitieron ver en forma generalizada que dichas características pertenecen a la variedad Hawaiana Cayena Lisa, por las características de la distribución de las espinas, la forma de la fruta, el color del fruto cuando está maduro, la firmeza de la fruta y el color de la pulpa, cabe mencionar que estos datos coincide con lo que la literatura informa al describir esta variedad, lo que confirma la hipótesis planteada en este estudio.

AGRADECIMENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al Ing. Agr. M.Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle y al Ing. Agr. M.Sc. Francisco Javier Vásquez Vásquez, por su valiosa asesoría prestada en el desarrollo del presente trabajo.

A los agricultores de la aldea El Jocotillo por su apoyo en la ejecución del presente estudio.

LITERATURA CITADA

IBPGRI, EN. 1991. Descriptors for pineapple. Londres, Inglaterra, CAB International. 11-23 p.

Martínez, OL *et al.* 2003. Caracterización sensorial de fibras de algunas frutas comunes en Colombia (en línea). Revista de la Facultad de Química Farmacéutica 10(2):9-19. Disponible en: <http://www.aprendeenlinea.udea.co/revistas/index.php/vitae/article/viewfile/432/359>

Vásquez, C. 2009. La tierra de la piña cosecha para el ponche. Nuestro Diario, Guatemala, diciembre, 02: 42 p.



RESÚMENES DE TESIS

Sistematización de la información de los incendios forestales ocurridos en Guatemala durante el periodo 1998- 2014

Ana Gladys Calderón Mérida

El gobierno e instituciones afines al tema de los incendios forestales crearon en el año 2001, el Sistema Nacional para la Prevención y Control de los Incendios Forestales (SIPECIF), este usa como herramienta principal para la colecta de información, una boleta con 14 variables, esta información es almacenada en una base de datos, registrando los acontecimientos de los incendios forestales. El presente estudio analiza la información de los incendios forestales del período 1998-2014. Se consideraron las siete variables siguientes: ocurrencia y área total de los incendios forestales, tipos de incendios forestales, área afectada por tipo de bosque, medios usados para el combate de los incendios forestales, causas de los incendios forestales y factores meteorológicos. Los resultados indican que en el período 1998-2014, se registraron 11,292 incendios forestales, afectando un total de 1, 050,917 has. Los departamentos de Petén, Quiché, Jalapa y Chimaltenango fueron los más afectados. Los incendios tipo rastreros tuvieron mayor incidencia, 97.5%. El tipo de bosque más afectado fue el mixto con 244,839.5 has. Los años 1998, 2003 y 2005, coincidieron con los fenómenos de El Niño, fue mayor el impacto de los incendios forestales. Las causas de mayor incidencia son antrópicas con 91%. El combate fue por medios terrestres (99.49%, 10,918) y aéreos (0.51%, 55). Los factores meteorológicos relevantes fueron temperatura, 29°C; humedad relativa, 34% y velocidad de viento, 16 km/h; la dirección del viento fue de 26 orientaciones.

Palabras clave: Guatemala, Incendios forestales, Análisis estadístico.

Systematization of information on forest fires in Guatemala during the period 1998- 2014

Ana Gladys Calderón Mérida

In 2001, the National Forest Fire Prevention and Control System (SIPECIF) was created by the government and institutions related to the subject of forest fires. The National Forest Fire Prevention and Control System (SIPECIF) uses a ballot with 14 variables as the main tool for collecting information. This information is stored in a database, recording the events of forest fires. The present study analyzes the information of the forest fires of the period 1998-2014. The following seven variables were considered: occurrence and total area of forest fires, types of forest fires, area affected by type of forest, means used to combat forest fires, causes of forest fires and meteorological factors. The results indicate that in the period 1998-2014, there were 11,292 forest fires, affecting a total of 1,050,917 has. The departments of Petén, Quiché, Jalapa and Chimaltenango were the most affected. Crawling type fires had a higher incidence, 97.5%. The most affected forest type was mixed with 244,839.5 hectares. The years 1998, 2003 and 2005, coincided with the El Niño phenomena, the impact of forest fires was greater. The causes of greater incidence are anthropic with 91%. The combat was by terrestrial means (99.49%, 10,918) and aerial (0.51%, 55). The relevant meteorological factors were temperature, 29 °C; Relative humidity, 34% and wind speed, 16 km / h; The wind direction was 26 orientations.

Keywords: Guatemala, Forest fires, Statistical analysis.

Trabajo de graduación realizado en el municipio de Santo Domingo Xenacoj, estudio histórico del cambio de uso de la tierra y toponimias originarias durante el periodo 1976 – 2016 en el marco del proyecto piloto de Investigación Cartográfica Participativa – ICP–; diagnóstico y servicios en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Jorge Luis Eduardo Cano González

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Agronomía se desarrolló en el municipio de Santo Domingo Xenacoj, departamento de Sacatepéquez, de agosto de 2015, a mayo de 2016. El diagnóstico revela que el nombre etimológicamente se traduce como “donde ruge la fiera”, la identidad étnica es Maya – Kaqchikel, en un 92%, la ocupación principal es la agricultura, maquila, serigrafía y al tejido regional. Sobresalen las actividades de extracción de leña para consumo doméstico. La investigación se centró en ver la dinámica del cambio histórico del uso de la tierra en el municipio, obteniéndose que al año 1980, el 70 % de la cobertura correspondía al uso agrícola; un 30% al uso forestal y un 1% al uso de infraestructura y viviendas; para 2016, la cobertura agrícola baja a un 40 %, la cobertura forestal sube a un 50 % y infraestructura sube a 10% del total del área del municipio. Los servicios realizados fueron encaminados a desarrollar el proyecto piloto “investigación cartográfica participativa en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala”, y fueron: entrevista a los candidatos de investigadores locales; presentación del Proyecto de Investigación Cartográfica Participativa ante autoridades, acompañamiento en campo en asambleas comunitarias, capacitación en los talleres de la Investigación Cartográfica Participativa, Digitalización, recopilación de fotografías aéreas antiguas del municipio, realización de maqueta escala 1:85,000 de Santo Domingo Xenacoj.

Palabras clave: Santo Domingo Xenacoj, Guatemala, Diagnósticos, Cambio de uso de la tierra, Mapas.

Graduation work carried out in the municipality of Santo Domingo Xenacoj, historical study of the change of land use and toponymias originating during the period 1976 - 2016 in the framework of the pilot project of Participatory Cartographic Research - ICP; Diagnosis and services in the department of Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Jorge Luis Eduardo Cano González

The Supervised Professional Exercise (EPS) of the Faculty of Agronomy was developed in the municipality of Santo Domingo Xenacoj, Department of Sacatepéquez, from August 2015, to May 2016. The diagnosis reveals that the name etymologically translates as “where roars Thefiera “, the ethnic identity is Maya - Kaqchikel, in 92%, the main occupation is agriculture, maquila, serigraphy and the regional fabric. The activities of extraction of firewood for domestic consumption stand out. The research focused on the dynamics of the historical change of land use in the municipality, obtaining that by 1980, 70% of the coverage corresponded to the agricultural use; 30% to forest use and 1% to the use of infrastructure and housing; By 2016, agricultural coverage drops to 40%, forest cover rises to 50% and infrastructure rises to 10% of the total area of the municipality. The services provided were aimed at developing the pilot project “participatory mapping research in the department of Sacatepéquez, Guatemala”, and were: interviews with the candidates of local researchers; Presentation of the Participative Cartographic Research Project to authorities, field support in community assemblies, training in participatory Cartographic Research workshops, Digitization, compilation of ancient aerial photographs of the municipality, scale model 1: 85,000 from Santo Domingo Xenacoj.

Keywords: Santo Domingo Xenacoj, Guatemala, Diagnostics, Land Use Change, Maps.

Estudio de materiales de empaque para arveja dulce (*Pisumsativum*L.) con fines de transporte marítimo destinado al mercado europeo en la Empacadora Tierra de Árboles S.A, Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Yokmi Priscila Chang Morales

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó en la Empresa Empacadora y Exportadora Tierra de Árboles, S.A., de septiembre 2015 a junio 2016. El diagnóstico de las áreas y procesos de la arveja china y dulce (*Pisumsativum*L.), son recepción de materia prima, muestreo de calidad, almacenamiento, clasificado, despunte y el empaque. Se identificaron riesgos de contaminación que afectan la inocuidad del producto durante las etapas del proceso de acondicionamiento. La investigación generó información de la función de algunos materiales de empaque para exportar, estableciendo cual le proporciona un mayor beneficio en cuanto a calidad e inocuidad y mayor beneficio económico, se evaluaron variables organolépticas (turgencia, deshidratación, aroma y color) y variables fitopatológicas (*Botrytis cinérea* y *Ascochyta*sp.), los resultados indican que el empaque Temkin es el que le proporciona las mejores condiciones, vida en anaquel, conservando cualidades organolépticas y disminuyendo el daño por los hongos evaluados. El análisis económico, y el análisis de dominancia, determinó que de los cuatro empaques evaluados son económicamente aceptables. La relación benéfico/coto de Temkin, fue la más alta, al obtener una ganancia de Q. 0.63 por cada quetzal invertido. Los servicios incluyó: capacitación de higiene personal y de lavado de manos, a todo el personal; inspec-

ción de calidad de materia prima; elaboración de registros en donde se documentó algunas de las actividades que se realizan diariamente durante los procesos de manufactura, los cuales son requeridos en las auditorias para la certificación BRC de la empresa.

Palabras clave: Arveja, *Pisumsativum*, Análisis de procesos, Análisis de riesgos, Planes profilácticos.

Study of packaging materials for sweet peas (*Pisumsativum* L.) for maritime transport destined to the European market in the Packing Plant Tierra de Árboles S.A, Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

Yokmi Priscila Chang Morales

The Supervised Professional Exercise (EPS) was performed in the Packing and Exporting Company Tierra de Árboles, SA, from September 2015 to June 2016. The diagnosis of the areas and processes of the Chinese and sweet pea (*Pisumsativum* L.) are reception Of raw material, quality sampling, storage, sorting, blasting and packing. Contamination risks were identified that affect the safety of the product during the stages of the conditioning process. The research generated information on the function of some packaging materials for export, establishing which provides a greater benefit in terms of quality and safety and greater economic benefit, organoleptic variables (turgor, dehydration, aroma and color) and phytopathological variables were evaluated (*Botrytis cinerea* and *Ascochyta* sp.), The results indicate that Temkin packaging provides the best conditions, shelf life, preserving organoleptic qualities and reducing damage by the evaluated fungi. The economic analysis, and the dominance analysis, determined that of the four packages evaluated are economically acceptable. Temkin's beneficial / constraint ratio was the highest, gaining Q. 0.63 for each inverted quetzal. Services included: personal hygiene and handwashing training for all staff; Quality inspection of raw material; Record keeping, which documented some of the activities that are performed daily during the manufacturing processes, which are required in the audits for the BRC certification of the company.

Keywords: Arveja, *Pisumsativum*, Process analysis, Risk analysis, Prophylactic plans.

Determinación de la presencia y distribución del psílido de la papa, *Paratriozacockerelli* (Homóptera: Psyllidae), diagnóstico y servicios realizados en el Laboratorio Fitosanitario UNR- MAGA, Quetzaltenango, Guatemala, C.A. período de febrero a noviembre 2013

Raquel Irene Flores Pineda

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, se desarrolló en el Laboratorio Fitosanitario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, ubicado en el municipio de La Esperanza, Quetzaltenango, en el 2013. El diagnóstico describe el funcionamiento actual del laboratorio, sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; se sugieren recomendaciones pertinentes para lograr una atención de calidad que cumpla con los objetivos del sistema de vigilancia epidemiológica y determinar los servicios a realizar. La investigación fue la detección de presencia y distribución del psílido de la papa, *Paratriozacockerelli* (Homóptera: Psyllidae) en los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco, en Quetzaltenango; en estos municipios existe presencia de *P. cockerelli*K; los municipios de San Martín Sacatepéquez, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco la dispersión presenta una distribución normal, mientras que en Concepción Chiquirichapa la dispersión es al azar, distribución de Poisson. Se realizaron tres servicios, el primero fue la elaboración de un catálogo fotográfico con las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la zona; el segundo fue crear una base de datos, con el inventario de plagas cuarentenarias, y el tercero fue elaborar un trifoliar informativo sobre los servicios que proporciona el laboratorio.

Palabras clave: Papa, *Solanum tuberosum*, *Paratriozacockerelli*, Distribución de la población.

Determination of the presence and distribution of the psyllid of the potato, *Paratriozacockerelli* (Homóptera: Psyllidae), diagnosis and services performed at the UNR-MAGA Phytosanitary Laboratory, Quetzaltenango, Guatemala, C.A. Period from February to November 2013

Raquel Irene Flores Pineda

The Supervised Professional Exercise (EPS) of the Faculty of Agronomy was developed in the Phytosanitary Laboratory of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food, located in the municipality of La Esperanza, Quetzaltenango, in 2013. The diagnosis describes the current operation of the laboratory, Their strengths, opportunities, weaknesses and threats; Recommendations are suggested to achieve quality care that meets the objectives of the epidemiological surveillance system and determine the services to be performed. The research was the detection of presence and distribution of the psyllid of the potato, *Paratriozacockerelli* (Homóptera: Psyllidae) in the municipalities of San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestine of the Highlands and San Juan Ostuncalco, in Quetzaltenango; In these municipalities there is presence of *P. cockerelli*K; The municipalities of San Martín Sacatepéquez, Palestine of the Highlands and San Juan Ostuncalco the dispersion presents a normal distribution, whereas in Concepción Chiquirichapa the dispersion is random, Poisson distribution. Three services were carried out, the first was the elaboration of a photographic catalog with the pests and diseases that affect the crops of the area; The second was to create a database, with the inventory of quarantine pests, and the third was to develop a trifoliar informative about the services provided by the laboratory.

Keywords: Pope, *Solanum tuberosum*, *Paratriozacockerelli*, Population distribution.

Evaluación del material orgánico impregnado con efluentes derivados de la industrialización de palma de aceite (*Elaeisguineensis* Jacq.) para su aprovechamiento como abono en el cultivo, diagnóstico y servicios prestados en Nacional Agroindustrial, S.A., Sayaxché, Petén, Guatemala, C.A.

Ana Laura Emilia García Carrillo

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, realizado en el Departamento de Sanidad Vegetal de Nacional Agro Industrial (NAISA), en el municipio de Sayaxché, Petén, Guatemala, de febrero a noviembre del 2014. El diagnóstico del Departamento de Sanidad Vegetal, estableció sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas y se priorizaron los problemas. La investigación analizó las características de la Tusa Picada, Prensada e Impregnada (TPPI) en dos etapas: la primera: evaluación del material impregnado antes de ser llevado a campo y la segunda: después de haberse reciclado los residuos orgánicos en el cultivo y en el momento en que el abono orgánico alcanzó una temperatura ambiente. De los diferentes volúmenes de efluentes por m³ de TPPI se evaluaron: humedad, pH, relación C/N, densidad, concentración de macroelementos y microelementos. Se determinó que ningún tratamiento obtiene las características adecuadas para ser aplicado en campo como abono orgánico para la palma de aceite, excepto un volumen de 0.37 m³, el material presenta las condiciones más cercanas de un abono orgánico. Se recomienda aplicar TPPI para mejorar la estructura del suelo y promover el crecimiento radicular de la palma, para fertilización debe compostarse. Los servicios fue-

ron una prueba piloto del ensayo establecido por NAISA para determinar el efecto de TPPI en la productividad de palma, el control y monitoreo de población de *Musca domestica* en áreas de aplicación de TPPI y por último en la determinación de la población de polinizadores en las diferentes fincas.

Palabras clave: Palma africana, *Elaeisguineensis*, Abonos orgánicos, Composteras, Efluentes.

Evaluation of the organic material impregnated with effluents derived from the industrialization of oil palm (*Elaeisguineensis* Jacq.) For use as fertilizer in culture, diagnosis and services provided in National Agroindustrial, S.A., Sayaxché, Petén, Guatemala, C.A.

Ana Laura Emilia García Carrillo

The Supervised Professional Exercise (EPS) of the Faculty of Agronomy, carried out in the Department of Plant Health of National Agro Industrial (NAISA), in the municipality of Sayaxché, Petén, Guatemala, from February to November 2014. The diagnosis of the Department of Plant Health, established its strengths, opportunities, weaknesses and threats and prioritized the problems. The research analyzed the characteristics of Tusa Picada, Pressed and Impregnated (TPPI) in two stages: the first: evaluation of the impregnated material before being taken to field and the second: after having recycled organic waste in the crop and in the At which point the organic fertilizer reached an ambient temperature. The different effluent volumes per m³ of TPPI were evaluated: moisture, pH, C / N ratio, density, concentration of macroelements and microelements. It was determined that no treatment obtains the suitable characteristics to be applied in field like organic manure for the oil palm, except a volume of 0.37 m³, the material presents the closest conditions of an organic fertilizer. It is recommended to apply TPPI to improve soil structure and promote root growth of the palm, for fertilization must be composted. The services were a pilot test of the established NAISA test to determine the effect of TPPI on palm productivity, control and popula-

tion monitoring of Muscadomestica in TPPI application areas and finally on the determination of the pollinator population in The different properties.

Keywords: African palm, *Elaeisguineensis*, Organic fertilizers, Composters, Effluents.

Adaptabilidad de tres tamaños de vitroplantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) inoculadas con microorganismos benéficos en fase de aclimatación. Diagnóstico y servicios realizados en el Departamento de Biotecnología Magdalena, División de Investigación y Desarrollo Agrícola, Ingenio Magdalena, S.A., La Democracia, Escuintla, Guatemala, C.A.

Evelyn Alejandra García Solano

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, realizado en el Área de Aclimatación de Plantas, del Ingenio Magdalena, en La Democracia, Escuintla, se identificaron como problemas: alta mortalidad de plantas de caña de azúcar en fase de aclimatación; no existe diversificación de manejo entre las plantas ornamentales; amarillamiento foliar en orquídeas del género *Trichocentrum* y presencia de plaga *Fun-gusgnat* en anturios. Se investigó la adaptabilidad de tres tamaños de vitroplantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) inoculadas con microorganismos benéficos (*Glomusspp.* y *Trichodermaspp.*) en fase de aclimatación; en un diseño completamente al azar, con arreglo bifactorial combinatorio, factor A: microorganismos benéficos y el factor B: tamaño de vitroplantas”; las variables sobrevivencia, prevalencia e incidencia de enfermedades, índice de crecimiento foliar, índice de crecimiento radicular y biomasa radicular fueron evaluadas. El testigo y *Trichodermaatroviride* a concentración baja (Tifi) presentaron Aegismicrogránulomayores resultados en sobrevivencia. *Glomusspp.* a concentración baja reportó 11.6cm de longitud de tallo; *Trichodermaatroviride* concentración alta (Cóndor) con

4.6mm de diámetro de tallo y *Trichodermaharzianum* con 0.61g de biomasa radicular. Los servicios fueron; evaluación de sustratos comerciales para la aclimatación de vitroplantas de caña de azúcar, sobresalió Projar; evaluación de los sustratos Perlita, Vermiculita y Piedra Pómez para la emergencia de yemas de caña de azúcar, la combinación Vermiculita y Piedra Pómez en proporciones 1:1 fue el mejor tratamiento; evaluación de productos con microorganismos benéficos aplicados a esquejes de caña de azúcar, *Trichodermaatroviride* a concentración alta (Cóndor) tuvo mayor resultado en el porcentaje de emergencia, porcentaje de yemas germinadas y mayor longitud de raíces.

Palabras clave: Caña de azúcar, *Saccharumofficinarum*, Vitroplantas, Organismos benéficos, *Trichodermaatroviride*, *Trichodermaharzianum*, *Glomus*, Acondicionamiento de plantas, Germinación, Yemas.

Adaptability of three sizes of vitroplants of sugarcane (*Saccharumofficinarum* L.) inoculated with beneficial microorganisms in the acclimatization phase. Diagnosis and services performed in the Department of Biotechnology Magdalena, Division of Agricultural Research and Development, Ingenio Magdalena, S.A., La Democracia, Escuintla, Guatemala, C.A.

Evelyn Alejandra García Solano

The Supervised Professional Exercise (EPS) of the Faculty of Agronomy, carried out in the Area of Plant Acclimatization of the Ingenio Magdalena, in La Democracia, Escuintla, identified as problems: high mortality of sugarcane plants in acclimatization phase; There is no diversification of management among ornamental plants; Leaf yellowing in orchids of the genus *Trichocentrum* and presence of pest *Fungus gnat* in anthuriums. The adaptability of three sizes of sugarcane (*Saccharumofficinarum* L.) vitroplants inoculated with beneficial microorganisms (*Glomus* spp. and *Trichoderma* spp.) During the acclimatization phase was investigated; In a completely randomized design with combinatorial bifactorial arrangement, factor A: beneficial microorganisms and factor B: size of vitroplants “; The variables survival, prevalence and incidence of diseases, leaf growth index, root growth index and root biomass were evaluated. The control and *Trichodermaatroviride* at low concentration (Tifi) presented Aegis microgranulus greater survival results. *Glomus* spp. At low concentration reported 11.6 cm of stem length; *Trichodermaatroviride* high concentration (Condor) with 4.6 mm of stem diameter and *Trichodermaharzianum* with 0.61 g

of root biomass. The services were; Evaluation of commercial substrates for acclimatization of vitroplants of sugarcane, Projar excelled; Evaluation of the substrates Perlita, Vermiculita and PiedraPómez for the emergence of sugarcane buds, the combination of Vermiculite and PiedraPómez in proportions 1: 1 was the best treatment; Evaluation of products with beneficial microorganisms applied to cuttings of sugar cane, Trichodermaatroviride at high concentration (Condor) had greater result in the percentage of emergence, percentage of germinated buds and greater length of roots.

Keywords: Sugar cane, *Saccharumofficinarum*, Vitroplantas, Beneficial organisms, *Trichodermaatroviride*, *Trichodermaharzianum*, , Plant conditioning, Germination, Buds.



REVISTA TIKALIA



INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La **Revista Tikalia** es editada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC). Se publica semestralmente.

En la revista se publican trabajos originales de contribución técnico-científica (artículos) en el campo de las ciencias sociales, biológicas, agrícolas y forestales; en las áreas de: desarrollo rural, conservación de la biodiversidad y medio ambiente, manejo y mejoramiento de plantas, protección de plantas, ingeniería agrícola, manejo de suelo y agua, administración y comercialización agrícola, silvicultura, tecnología y utilización de productos forestales. Asimismo se publican trabajos de revisión bibliográfica, únicamente a invitación del Consejo Editorial.

Exclusivamente se presentan trabajos escritos en idioma Español para su publicación, los mismos serán evaluados en su contenido científico-tecnológico por el Consejo Editorial de la Facultad de Agronomía, quien podrá invitar “referees” anónimos, dependiendo de la naturaleza del artículo presentado. Los trabajos pueden aprobarse sin correcciones, sujetos a correcciones, o no ser aceptados para su publicación.

POLÍTICA EDITORIAL

Mantener conducta ética en relación a la publicación y a sus colaboradores, rigor con la calidad de los artículos científicos y revisiones bibliográficas, integrar el Consejo Editorial con profesionales de calidad científica y ética con carácter imparcial en el proceso de análisis de los trabajos.

PÚBLICO OBJETIVO

Comunidad nacional e internacional vinculada con las ciencias agrícolas y forestales o campos afines. Estudiantes de licenciatura, postgrado y Profesores de las ciencias agrícolas y forestales.

FORMA Y PREPARACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos deben presentar las siguientes características: espacio 1,5; papel tamaño carta (21.59 x 27.94mm), con márgenes superior, inferior, izquierda y derecha de 2,5cm; fuente Arial 12; y contener un máximo de 10 páginas, incluyendo cuadros y figuras.

En la primera página deberá contener el título del trabajo, el resumen y las palabras clave. En los trabajos en Español, los títulos de cuadros y figuras deberán ser escritos también en inglés; y para los artículos en Inglés en Español. Los cuadros y figuras deberán ser numerados con números arábigos consecutivos y aparecer referidos en el texto.

Los títulos deben identificarse con números arábigos y escribirse con letras mayúsculas (en negrita); los subtítulos, si necesarios, deben identificarse con dos números arábigos (ejemplo: 1.1) y escribirse con letra inicial mayúscula (en negrita).

Los títulos de las figuras deberán aparecer en la parte inferior antecidos de la palabra "Figura" seguida de su número de

orden (en negrita). Los títulos de los cuadros deberán aparecer en la parte superior y ser anteceditos de la palabra “Cuadro” seguida de su número de orden (en negrita).

En la figura, la fuente (sí es pertinente) debe de escribirse por arriba del título, sin punto final; en el Cuadro, en la parte inferior y con punto final. Las figuras deberán estar exclusivamente en escala de grises elaboradas en Microsoft Excel. A las fotografías se aplican los mismos criterios que para las figuras, deben estar en formato JPG.

Los trabajos deben presentarse de acuerdo con el siguiente esquema: TÍTULO en Español, RESUMEN (seguido de palabras clave), TÍTULO DEL ARTÍCULO en Inglés, ABSTRACT (seguido de key words); 1. INTRODUCCIÓN (incluyendo revisión de literatura); 2. MATERIAL Y MÉTODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. AGRADECIMIENTOS (si pertinente); y 6. LITERATURA CITADA, alineadas a la izquierda.

ENVÍO DE TRABAJOS (ARTÍCULOS Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

Para enviar un trabajo para publicación el o los autores pueden hacerlos llegar al Consejo Editorial, por vía electrónica a: ceditorialfausac@gmail.com El Consejo Editorial le notificará sobre la recepción de su trabajo.

Recomendaciones de edición:

Presentación

Los trabajos deben iniciarse con el título, luego abajo colocar los apellidos y nombres del o los autor(es). En esa misma hoja, como pié de página, los títulos y el cargo y lugar de trabajo del o los autor(es).

Título: Conciso e indicar el contenido del trabajo.

Resumen: Presenta una frase introductoria que justifica el trabajo, describe lo que fue estudiado, presenta los principales resultados y conclusiones. Es seguido de las palabras clave.

Abstract: Consiste en la traducción del resumen al idioma Inglés. Es seguido de key words.

Introducción: Breve, esclareciendo la problemática estudiada, plantea hipótesis con base en revisión bibliográfica y finaliza con la indicación del objetivo del trabajo.

Material y métodos: reúne la información necesaria para la reproducción del trabajo por otros investigadores, los diferentes métodos deben referenciarse con base en la bibliografía.

Resultados: Presentación concisa de resultados, incluye cuadros, figuras y fotos.

Discusión: Análisis y discusión de los resultados obtenidos con base en la información bibliográfica.

Conclusión: Con base en la información discutida.

Agradecimiento(s): Sucinto(s), no deben aparecer en el texto. Opcional(es).

Literatura citada: incluye solo las referencias citadas en el texto. Ejemplos:

Periódicos científicos: Nombre de todos los autores, Título del artículo. Título abreviado del periódico, volumen: páginas inicial y final, año de publicación. Ejemplo:

KERN, J.S. & JOHNSON, M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmosphere carbon levels. Soil Sci. Soc. Am. J., 57: 200-210, 1993.

Libro: Autores. Título de la publicación. Número de edición. Local, Editora, año de publicación. Número de páginas. Ejemplo:

FISHER, R.F. & BINKLEY, D. 3.ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2000. 489p.

Participación en obra colectiva: Autores. Título de la parte referenciada seguida de In: Nombre del editor. Título de la publicación, número de edición. Ciudad de Publicación, Editorial, año. Páginas inicial y final. Ejemplo:

Capítulo de libro:

ECK, H.V. & STEWART, B.A. Manures. In: RECHCIGL, J.E., ed. Soil amendments and environmental quality. 2.ed. Florida, CRC press, 1995. p.169-198.

Publicación en Memorias:

VETTORI, L. Ferro “livre” por cálculo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.127-128.

CD-ROM

LIMA, P.C.; MOURA, W.M.; LIMA, W.A.; HIZUMI, S.; MATOS, E.S.; PENNA, B.A., PERTEL, J. Avaliação de leguminosas utilizadas na adubação verde de cafezais orgânicos na zona da Mata de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 4., 2005. Memórias. Londrina, PR., EMBRAPA, 2005. CD-ROM.

Internet:

Cambio climático y calentamiento global en:< <http://www.cambioclimaticoglobal.com>.> Consultada el 13 julio 2007.

La literatura citada en el texto se presenta como: Fisher & Binkley (2000) o (Fisher & Binkley, 2000). Cuando se trata de más de dos autores usar la forma reducida (Hedley et al., 1982). Cuando se trate de más de dos obras del mismo autor en el mismo año, identificar con letras minúsculas. Ejemplo: Martens, 2002a,b.

Revista **etikalia** se terminó de imprimir en el mes de julio de 2017, en los talleres de Editora Arizandieta, con una tirada de 300 ejemplares en papel bond beige de 80 gramos.

