

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POST GRADO

ESPECIALIDAD DE PRODUCCION AGRÍCOLA



**“EL CULTIVO DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) EN EL PERÚ:
PRESENTE Y FUTURO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

EDUARDO FELIPE MÉNDEZ GARCÍA

LIMA-PERU

2009

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POST GRADO

ESPECIALIDAD DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**“EL CULTIVO DE MARIGOLD (*Tagetes erecta* L.) EN EL PERÚ:
PRESENTE Y FUTURO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentado por:

EDUARDO FELIPE MÉNDEZ GARCÍA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Félix Camarena Mayta
PRESIDENTE

Dr. Hugo Soplín Villacorta
PATROCINADOR

Dr. Salomón Helfgott Lerner
MIEMBRO

Dr. Manuel Canto Sáenz
MIEMBRO

A mi esposa Teresa, por su amor, comprensión, aliento constante y la confianza depositada en mí.

A mis amados hijos Eduardo Javier y Patricia Fiorella, que son mi alegría y motivación, por su cariño, paciencia y comprensión.

Dedico

A mis padres Javier Raúl y Enriqueta, que me dieron el ser y los estudios para labrarme un futuro mejor en la vida. Pero además cuidaron con amor y dedicación a todos sus hijos haciéndonos sentir siempre seguros, protegidos y orientándonos hacia los ideales de perseverancia, honestidad, moral y amor a Dios.

A mis queridos hermanos Luzmila, Maria Ofelia, Orlando Raúl y Mariela del Rocío, por su comprensión, fortaleza de unión e invaluable apoyo.

A toda mi familia en general, porque siempre me apoyó y se mantiene unida.

Ofrezco

AGRADECIMIENTOS

Al Gran Arquitecto del Universo, por la fortaleza que puso en mi espíritu para seguir adelante en este mi proyecto de vida.

Expreso mi profundo agradecimiento y reconocimiento a todos los profesores de la Escuela de Post grado de la U.N.A. La Molina que contribuyeron a mi formación en la Especialidad de Producción Agrícola.

Al Doctor Hugo Soplín Villacorta, Profesor Asesor, por su orientación técnico-científica, comprensión y paciencia en la conducción de este trabajo.

Al Doctor Salomon Helfgott Lerner, Profesor y Consejero Académico de la Especialidad por su orientación profesional, y comprensión en momentos difíciles de mi carrera.

Al Doctor Julio Estuardo Amaya Robles, entrañable amigo, por su aliento constante, su disponibilidad para apoyarme desinteresadamente con sus valiosos aportes científicos, su apoyo espiritual, pero principalmente por brindarme su amistad.

Al Doctor Pablo Javier Morachimo Borrego, colega y amigo por su aliento constante y valiosos consejos.

Al Sr. Julio Tandaypan Siccha, extensionista del Ministerio de Agricultura–Virú, por su valiosa colaboración en la fase de campo.

A mis compañeros de promoción en la especialidad con quienes compartí momentos gratos y de alegría en aquellas épocas de estudio; siempre los recuerdo.

A mis colegas y compañeros de trabajo, por compartir conocimientos, experiencias y momentos especiales que me ayudan a seguir creciendo.

Al Sr. Isidro Villarreal Huamán, dueño del Fundo “Don Isidro” del sector Santa Elena de Virú, por brindar valiosa información referente al cultivo.

Al Sr. Raúl D`Lucky Pereyra, Gerente de la Empresa Deshidratadora Libertad-Trujillo, por las facilidades e información sobre el procesamiento del marigold.

Al Sr. Javier Castillo, asistente del CEPCAM - UNT, por su desinteresada colaboración en labores de cultivo encomendadas.

A todas las personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo y aliento para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Origen y biología de la planta de “marigold”.....	4
2.1.1	Origen.....	4
2.1.2	Biología.....	4
2.1.2.1.	Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2.2.	Tipos, cultivares, variedades.....	7
2.1.2.3.	Caracteres botánicos.....	13
2.2.	Evolución del manejo agronómico de “marigold” en el Perú y el mundo.....	15
2.3.	Utilización de la especie.....	16
2.4.	Carotenoides.....	17
2.5.	Luteína de Tagetes.....	19
2.6.	Pigmentos que contienen las flores de Tagetes.....	19
2.7.	Cambios en los pigmentos.....	21
2.7.1.	Cambios de pigmentos favorables a la calidad.....	21
2.7.2.	Cambios de pigmentación desfavorables a la calidad.....	21
2.8.	Producción ecológica del marigold.....	23
2.9.	El marigold para el control de los nematodos.....	23
2.10.	Otras perspectivas del uso del cultivo de “marigold”.....	25

III. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1. Ubicación y recolección de la información.....	28
3.2. Siembra de “marigold”.....	30
3.3. Preparación de almácigos.....	30
3.4. Preparación de terreno definitivo.....	32
3.5. Transplante.....	32
3.6. Riegos.....	34
3.7. Fertilización.....	34
3.8. Labores culturales.....	36
3.9. Plagas y control.....	38
3.9.1. Plagas clave.....	38
3.9.2. Plagas potenciales.....	39
3.10. Enfermedades de importancia económica y control.....	39
3.11. Cosecha.....	41
3.12. Experimento para la evaluación de nematodos.....	43
3.13. Manejo post cosecha para la producción de harina de marigold.....	44
3.13.1. Recepción y almacenamiento.....	44
3.13.2. Prensado.....	46
3.13.3 Desmenuzado.....	47
3.13.4 Secado.....	47
3.13.5 Enfriamiento.....	48
3.13.6 Molienda.....	49
3.13.7 Ensaque.....	49
3.13.8 Harina de “marigold”	49

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
4.1. Biología del Cultivo.....	53
4.2. Ventajas y limitaciones del cultivo.....	53
4.2.1. Ventajas comparativas.....	53
4.2.2. Ventajas competitivas.....	54
4.2.3. Limitaciones del cultivo.....	54
4.3. Manejo Post Cosecha.....	54
4.4. Producción de oleoresina de “marigold”.....	56
4.5. El Marigold en el control de nematodos.....	59
4.5.1. Uso del cultivo de Marigold para el control de Nemátodos.....	59
4.5.2. Efecto antagónico contra nematodos.....	62
4.5.3. Toxicidad de Tagetes en insectos dañinos a la salud.....	64
4.6. Evolución del Manejo Agronómico.....	65
4.6.1. Fertilización y control de malezas.....	65
4.6.2. Riegos.....	66
4.6.3. Cosecha.....	66
4.7. Otras perspectivas del uso del cultivo del “marigold”.....	67
4.7.1. Uso de colorantes.....	68
4.7.2. En la industria avícola.....	68
4.7.3. En la producción orgánica de plantas.....	69
4.7.4. Agroindustrial.....	70
4.7.5. Importancia económica y medicinal.....	71
4.8. Comercialización y usos del “marigold”.....	73
4.8.1. Exportaciones.....	74

4.8.2. Importaciones.....	76
4.9. La rentabilidad del cultivo de “marigold”	77
V. CONCLUSIONES.....	85
VI. RECOMENDACIONES.....	87
VII. RESUMEN.....	88
VIII. SUMMARY.....	90
IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	92
X. ANEXO.....	102

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
Cuadro 1.	Escala utilizada en la evaluación de nemátodos antes y de la siembra con marigold.....	43
Cuadro 2.	Composición química del aceite esencial de flores de Tagetes.....	56
Cuadro 3.	Propiedades del extracto de oleorresina de marigold.....	57
Cuadro 4.	Especificaciones Físicas y Químicas de la oleorresina de marigold.....	58
Cuadro 5.	Resultados del análisis nematológico realizado antes de la siembra de marigold.....	61
Cuadro 6.	Resultados del análisis nematológico realizado después de la siembra de marigold.....	62
Cuadro 7.	Exportaciones de harina de flores de marigold, período 1993-2006.....	71
Cuadro 8.	Exportaciones de harina flores y materias colorantes (xantofila de marigold). Periodos 1999-2007.....	75
Cuadro 9.	Importaciones de materias colorantes (Xantófilas) de “marigold”, durante los años 2006 y 2007.....	76
Cuadro 10.	Comparativo de costos y precios de marigold y otros productos agrícolas.....	80
Cuadro 11.	Costos de producción de marigold. Mayo 2008. Predio: Santa Elena, Virú. Trujillo – La Libertad.....	81
Cuadro 12.	Análisis de rentabilidad por hectárea de marigold.....	82
Cuadro 13.	Tasas de rentabilidad neta de 17 cultivos, por tecnología.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
Figura 1.	Flor de “marigold” Mexicana.....	6
Figura 2.	Flor de <i>Tagetes minuta</i>	8
Figura 3.	Vista panorámica en la producción de flores de <i>T. patula</i>	8
Figura 4.	Diversas especies de “marigold” que se conocen en el Perú y el mundo.....	10
Figura 5.	Comercialización artesanal de diversas especies de “marigold” en los mercados de la India y México.	10
Figura 6.	Flor de <i>Caléndula officinalis</i> L. de origen inglés, también llamada “marigold”.....	11
Figura 7.	Estructuras de las flores compuestas de <i>Caléndula officinalis</i> L., de la misma familia de “marigold”.....	12
Figura 8.	Formación de nódulos de meloidogyne en raíces de tomate.....	25
Figura 9.	Ubicación geográfica de los valles Chao, Virú y Santa Catalina, lugares de estudio del “marigold”.....	29
Figura 10.	Voleo de la semilla de “marigold” en camas almacigueras húmedas.....	32
Figura 11.	Aplicador artesanal de fertilizantes utilizado en campos de “marigold”.....	35
Figura 12.	Labor de aporque de un campo de ”marigold” con tracción animal.....	37
Figura 13.	Supervisión de un campo recientemente desbotonado y aporcado.....	37

Figura 14.	Evaluación de campo para programación de cosecha de “marigold”.	41
Figura 15.	Evaluación de una plantación de “marigold” al inicio de la cosecha de flores, en el valle de Virú.....	42
Figura 16.	Campo en plena cosecha manual, supervisando que las flores extraídas estén completamente abiertas.....	42
Figura 17.	Envío de flores de “marigold” a granel y en bolsas de malla para su procesamiento en fábrica.....	45
Figura 18.	Aplicación de antioxidante en flor de “marigold” recepcionada en fábrica.....	45
Figura 19.	Descarga de flor de “marigold” en patio de fábrica para su procesamiento.....	46
Figura 20.	Balance de materiales para la producción de harina y oleorresina de flores de “marigold”.....	51
Figura 21.	Diagrama de bloques para la obtención de la oleorresina.....	52
Figura 22.	Diagrama del proceso de transformación y comercialización de la harina de “marigold”.....	55
Figura 23.	Proporción de nemátodos evaluados antes y después de la siembra de “marigold”. EE. Virú. 2006.....	64

I. INTRODUCCIÓN

La especie *Tagetes erecta* Linn. vulgarmente conocida como Tagetes, pertenece a la familia Asteraceae (Compositae). Es una planta diploide ($2n=24$), aunque ya se han encontrado plantas trisómicas ($2n=24+1$) en Tagetes (*Tagetes erecta* cv. Papaya Crush) (Lin & Chen, 1981).

Según Barzana et al., (2002) esta planta es nativa de México. Sus flores son comercialmente cultivadas, recolectadas y procesadas en una importante escala industrial como fuente de alto valor de colorantes, de la familia de los carotenoides (Delgado y Paredes, 1997; Neher, 1968).

El uso de colorantes sintéticos en la industria alimenticia se ha vuelto cada vez más riguroso como forma de obtención de pigmento, sobre todo por la toxicidad, por esto se están buscando con insistencia la substitución de pigmentos sintéticos por naturales.

La intensidad de coloración de la yema y de la piel es un criterio de relación a la preferencia del consumidor, pues normalmente se asocia la pigmentación del pollo a su estado de sanidad y el color de la yema a la cantidad de vitaminas (Hadden et al., 1999 y García et al., 2002).

Los carotenoides no son sintetizados por las gallinas, pero son asimilados a partir de la dieta de las plantas, (Goodwing, 1955; Olson, 1964). Una de las fuentes auxiliares más largamente utilizadas como productora de pigmentos, son los pétalos de las flores de Tagetes, que poseen una coloración amarillo intenso y contienen más de 2000 ppm de carotenoides. Los pétalos son triturados y los carotenoides después de purificados son estabilizados y microencapsulados para ser adicionados a las dietas de las aves. La fuente de carotenoides más usada actualmente proviene del maíz amarillo, que puede ser suplementado con gluten de maíz y alfalfa. Sin embargo los carotenoides en estos últimos

años, no son estables y la concentración decrece cerca de 50% durante el almacenamiento por el período de un año (Quackenbush, 1963; Ávila et al., 1990; Alam et al., 1968; Hencken, 1992; Livingston, 1986). Por esto, la utilización de carotenoides proveniente de los pétalos de *Tagetes* se presenta como una alternativa para la alimentación de las aves. (Oliveira, 1996).

El cultivo del “Marigold” (*Tagetes erecta L.*) posee como características deseables un corto periodo vegetativo, adaptación a las condiciones de costa y alta productividad, que lo califica como un cultivo alternativo para siembras de rotación con otros cultivos durante todo el año. Sin embargo, estas ventajas no serían suficientes para tipificarlo como cultivo alternativo, si no van paralelas a la demanda, que es creciente en los mercados de consumo (Ferreyros, 1983).

Las flores del marigold son procesadas industrialmente para la elaboración de harina o para la extracción de oleorresinas. Ambos productos poseen un alto contenido de xantofilas que son muy apreciadas en la industria de alimentos concentrados balanceados para aves, por su característica de dar una coloración atractiva a la yema del huevo y a la piel de las aves. En la actualidad se están encontrando nuevos usos para estos productos en las industrias farmacéuticas y alimenticias por su valor como colorante orgánico. Estos productos tienen importante demanda internacional y por lo tanto, son generadores de divisas (Ferreyros, 1983). Otro uso potencial es como cultivo de rotación para disminuir la densidad poblacional de nemátodos de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, que constituyen problemas serios en muchas zonas agrícolas del país (Ferreyros, 1983).

La literatura sobre “marigold” es escasa y dispersa, en nuestro país este cultivo ha tomado importancia en la costa central y norte, interesando a inversionistas; siendo necesario contar con información actualizada sobre el manejo agronómico y producción de carotenoides de esta planta, su problemática y mercados; que sirvan de

elemento de juicio para la toma de decisiones de los interesados. Por tal motivo la presente investigación se realizó con los siguientes objetivos:

- Analizar la biología y la evolución del manejo agronómico en el Perú y el mundo.
- Describir y analizar las principales ventajas y limitaciones del cultivo, en el pasado y en el presente y su potencial futuro en el Perú;
- Caracterizar el manejo post-cosecha para la producción de harina y oleorresinas a través de los estándares internacionales de calidad;
- Evaluar la rentabilidad en comparación con otros cultivos anuales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y biología de la planta de marigold

2.1.1. Origen

El centro de origen del “marigold” no está fijado con precisión, se señala a Norte América sub tropical, al centro y sur de México, el África, e inclusive a Guatemala como su lugar de origen. Nativa del continente americano, esta especie fue descubierta por el conquistador español Hernán Cortez, quien la llevó a Europa. De cualquiera de estos lugares fue llevado y difundido en muchos países, inicialmente sólo por la vistosidad de sus flores.

Algunos híbridos como Hawaii, HI-X, Orange Ade y Orange Frufi son originarios de Estados Unidos de Norteamérica, en tanto que PEMEX y Bella flor son híbridos originarios de México. (Guenthner, et al. 1973; Bazalar, 1995; Serrato, 2004; Neher, 1968; Ferreyros, 1983; Burpee, 1979).

Tagetes sp. es un género de cerca 60 especies de plantas. Esta planta es nativa de México, siendo originaria de especies silvestres encontradas por todas partes en América del Sur (Pereira et al., 2006; Kaplan, 1960; Neher, 1968).

2.1.2. Biología

2.1.2.1. Clasificación taxonómica

En la clasificación botánica pertenece al Reino: Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Orden: Asterales; Familia: Asteraceae; Subfamilia: Helenieas; Género: *Tagetes*; especies: *Tagetes erecta*, *Tagetes filifolia*, *Tagetes lacera*, *Tagetes lúcida*, *Tagetes minuta*, *Tagetes patula*, *Tagetes Tenuifolia* y numerosos híbridos (Gilman y Howe, 1999).

El nombre *Tagetes* es común a las siguientes especies de la familia de las *Compuestas (Asteraceae)*: *Tagetes erecta*, *Tagetes patula* e *Tagetes minuta*, siendo todas originarias de especies silvestres de México e introducidas a otros países de América hace mucho años, donde se aclimataron perfectamente, (Correa, 1984) (Gilman y Howe, 1999). Están representadas por cuatro grupos: americano y africano (*Tagetes erecta* L.); francés (*Tagetes patula* L.); Signet (*Tagetes signata* L.); (*Tagetes tenuifolia* Cav.) triplóides híbridos.

Existen otras especies de importancia, tales como: *T. eliptica* L (Guenther, et al. 1973), *T. tenuifolia* (Gilman y Howe, 1999), *T. erecta* x *T. patula* (Burpee, 1979), *T. lemonii*, *T. lucida*, *T. filifolia* (Russ, K. & Polomsky, B. 1999), *T. jaliscensis*, *T. lunulata* (Serrato, M. 2004). De otro lado, existe una especie que es denominada comúnmente “marigol” o pot marigol, que pertenece a la especie *Caléndula officinalis* (Russ y Polomsky, 1999).

Las especies de *Tagetes*, de tipo anual, son conocidas por los nombres de “American marigold”, “Aztec marigold” y “African marigold” (Gilman y Howe, 1999). Debido al corto período vegetativo de su cultivo se ha desarrollado como parte de un sistema de monocultivo, en rotación con otras especies hortícolas. También es sembrada en una asociación de cultivos, en los bordes con otras plantas como tomate con efectos benéficos (Vasudevan et al., 1997).

En América del Norte se conoce como marigold y no debe ser confundida como el género *Caléndula*, que tiene el mismo nombre en algunos países; o de manera generalizada como Mexican marigold o cempasúchil, y African marigold aun cuando esta especie no sea nativa del África; o French marigolds para referirse a híbridos y variedades de *T. patula*, muchas de las cuales fueron desarrolladas en Francia, aunque la especie no

sea nativa de ese país (Araujo et al., 2006). Se caracteriza por ser una planta herbácea, decorativa y de fácil cultivo, con floración en primavera y verano (Serrato Cruz, 2004).

En México, donde el color de la muerte es el amarillo y no el negro, el marigold es la flor de muerto, participante involuntaria de los rituales de sacrificio al dios sol durante el imperio azteca (Figura 1). Una pócima sedativa de Tagetes, perfumado y levemente alucinógeno, convertía en dóciles a las víctimas cuando los pétalos eran quemados, creando en los templos un ambiente humeante con olor a anís. Allí, la diosa de las flores y de la risa era decorada con cascadas de Tagetes, pero también con cascabeles, símbolo de la muerte. Con el tiempo esta herencia mórbida se transformó en un deber: el Tagetes, que florece en México en Noviembre, es guardián de los altares dedicado a los difuntos y, en el primer día de este mes guía a las almas con su color dorado y aroma intenso (Serrato, 2004).



Figura 1. Flor de marigold Mexicana

La especie *T. erecta*, es conocido como “cempasuchil” en México; “flor de muerto”, “clavelina” y “marigold” en Perú; “marigold” en España; en EEUU como “moanshot”, “marigold africano” o “m. americano”; y en Venezuela como “clavelón”, “clavel dorado”, “rosa de la india”, “clavel chino”, “maravilla azteca”, “clavel africano”, “clavel japonés”, “copetes”, “cagetes” y “caléndula”.

2.1.2.2. Tipos, cultivares, variedades

No existe una denominación homogénea respecto a los términos tipo, cultivar y variedad, entre los estudiosos de la botánica del marigold, quienes utilizan indistintamente denominaciones tales como Antigua, Crush, Aurora, *Tagetes erecta* (Marigold americano) con sus variedades y cultivares Hawaii, HI-X, Pemex, Bella flor, Orange Ade, Orange fruti (Bazalar C.J. 1995; Ferreyros C., P. 1983); *Tagetes patula* (Marigold francés), tipos enanos como series aztecas (dorado y amarillo); crisantemos florados (amarillo cupido); series cruz (Dolly, cruz piña, Pumpkin cruz); tipos semi enanos como: series Galore (amarillo y dorado); series jubilares (diamantes jubilares, cutis feliz, naranja jubilar); series dama (primera dama , dama naranja); series de la era espacial (apolo, moon shot , vikinga) y tipos altos como: crackerjak; floreado crisantemo (naranja fantástica, amarillo melón); series climax (dorado, amarillo); series punto dorado (doubloon, sovereign) (Gilman y Howe, 1999; Russ y Polomsky, 1999; Burpee, 1979).

Existen dos tipos básicos de *Tagetes*: un americano, referido como africano y conocido como marigold africano (*Tagetes erecta*), de floración mayor que el tagetes frances, conocido como french marigold (*Tagetes minuta*), de floración menor. Existe una especie menos conocida denominada *Tagetes tenuifolia*, posee flores y hojas más pequeñas que las otras especies. Las primeras especies citadas poseen flores de color amarillo,

anaranjada, doradas o bicolors, sostenidas por un tallo de textura fina y hojas verde oscuro (Figuras 2, 3, 4 y 5).



Figura 2. Flor de *Tagetes minuta*



Figura 3. Vista panorámica en la producción de flores de *T. patula*



Tagetes patula



Tagetes erecta



Tagetes grandulifera



Tagetes minuta



African marigold



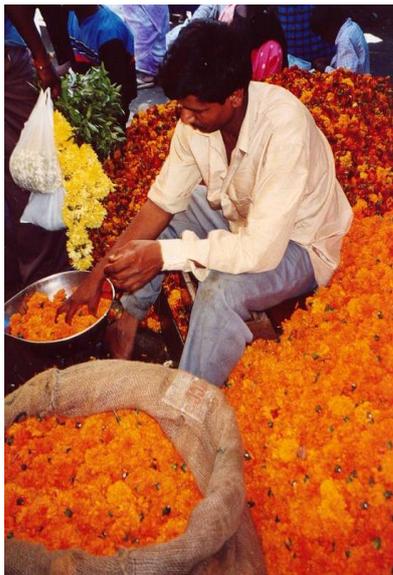


French marigold



Tagetes patula híbrido

Figura 4. Diversas especies de “marigold” que se conocen en el Perú y el mundo



Indian Marigold



Mexican marigold

Figura 5. Comercialización artesanal de diversas especies de “marigold” en los mercados de la India y México.

La caléndula (*Calendula officinalis*) en la sinonimia inglesa también se le llama marigold, y en la española se le llama flor de muerto, lo cual ocasiona confusiones cuando se menciona a esta planta.

Es también una planta herbácea con flores amarillas pero de menor tamaño y de porte más pequeño que *Tagetes erecta* (<http://es.geocities.com/websbcn/>). (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Flor de *Caléndula officinalis* de origen inglés, también llamada “marigold”

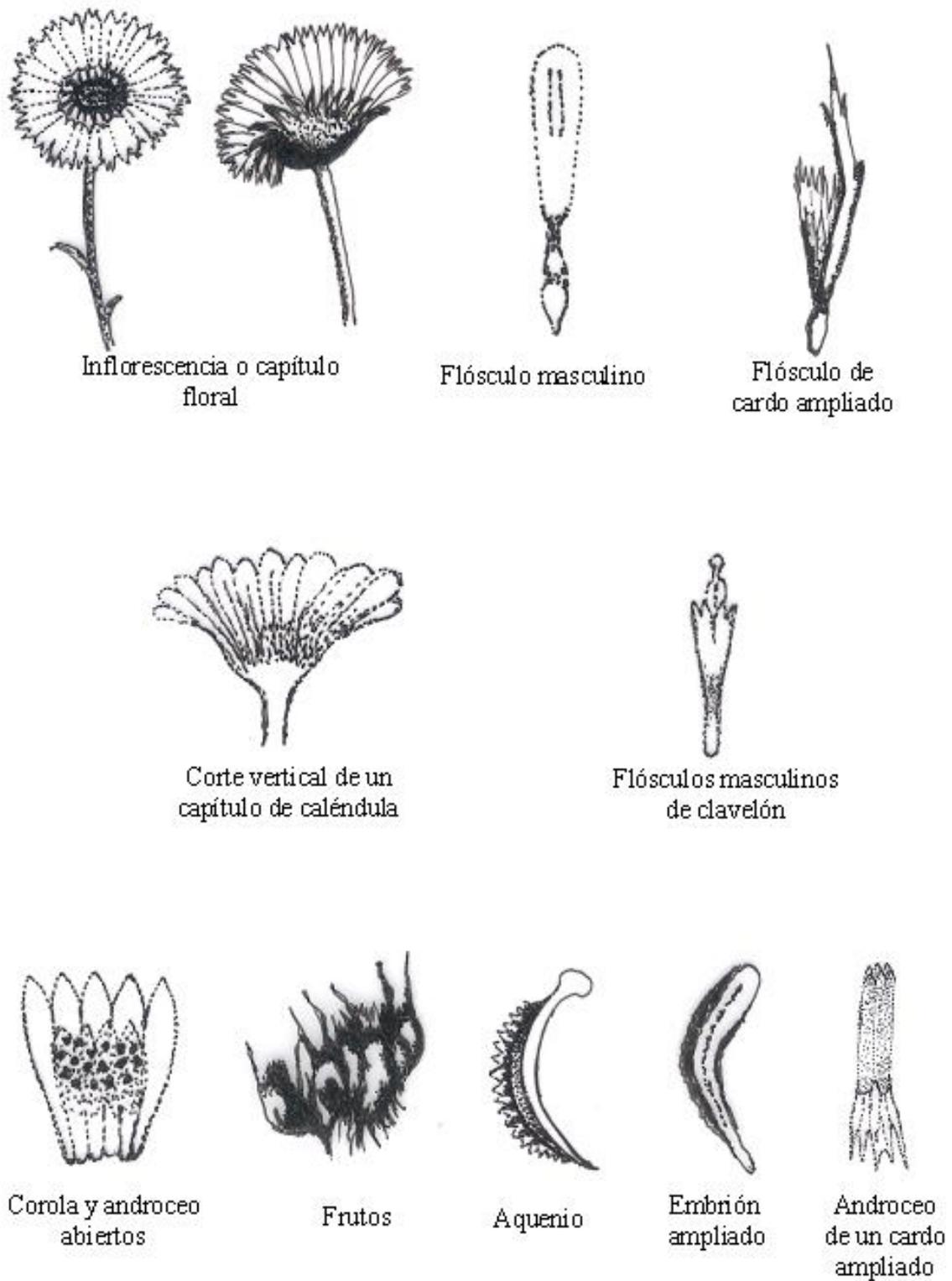


Figura 7. Estructuras de las flores compuestas de *Caléndula officinalis* L., de la misma familia de marigold. Fuente: Watson y M. J. Dallwitz (1992).

2.1.2.3. Caracteres botánicos

El “marigold” es una planta herbácea anual erecta, consistente, de textura media e índice de crecimiento moderado, cuya altura oscila entre 0,30 m y 1,0 m; aunque en algunos casos, varía con el cultivar. Así se tienen especies que cubren una gama de tamaños que van desde 15 cm (enanos) hasta 90 cm (plantas altas). Son plantas de excelente cobertura y de fácil crecimiento (Gilman y Howe, 1999; Bazalar, 1995; Russ, 1999 y Sagástegui, 2004).

Las hojas poseen segmentos estrecho-oblongos u oblongo-lanceolados, agudos, aserrados, impregnadas de glándulas translúcidas, de 15 a 25 mm de longitud, las glándulas inferiores son pequeñas y contienen aceites esenciales de olor generalmente activo, llegando a tornarse nauseabundo; después de la destilación de dichos aceites se muestran intensamente anaranjados.

Las hojas tienen una fragancia pungente a pesar de que actualmente algunas variedades han sido obtenidas sin olor. Es conocida su capacidad para repeler algunos insectos (a pesar de ser descrita como una planta utilizada para la alimentación de algunas larvas de Lepidópteras) y nemátodos. Por lo tanto son frecuentemente usadas como plantas trampa. Esta especie es considerada también una planta pionera útil en suelos de baja fertilidad (Araujo et al., 2006).

Las hojas son sésiles de 8 a 15 cm de longitud, compuestas, algo carnosas, de segmentos opuestos o subopuestos en número de 12 a 16, con 5cm de longitud, enteros, lanceolados, agudos con glándulas esenciales; profundamente pinnatisectas; de bordes aserrados o dentados, están finamente cortadas y tienen la forma de helecho, más finas que la de otros tipos; color verde oscuro en el haz y verde amarillento en el envés. El color de follaje es verde oscuro intenso, y en muchos casos es perfumado; aun cuando en el Marigold africano el olor no es agradable, se están desarrollando algunos tipos con fragancia

aromática. (Gilman y Howe, 1999; Bazalar, 1995; Serrato, 2004; Neher, 1968; Russ, 1999; Sagástegui, 2004; Ferraro, 1995 y Burpee, 1979).

Las flores son grandes con pedúnculos de 4 a 10 cm abultados en el ápice, solitarios en las extremidades de las ramas, con 25 a 45 mm de diámetro, multífera, rayos alargados, amarillo-pálidos, de lígulas grandes, y el involucreo acampanado formando tubos de 15 a 20 mm, con las brácteas unidas cerca del ápice y en la cima muchas capas de láminas amarillas, sobrepuestas, formando un cuerpo hemisférico. Dentro de este tubo están las semillas.

Típicamente esta planta posee capítulos florales blancos, dorados, anaranjados, amarillo-anaranjado con 0,1 a 6,0 cm de diámetro (Araujo et al., 2006). Existen variedades de flores dobladas, grandes hasta 7 cm de diámetro, en la punta de las ramas, de colores más vivas, predominando el color anaranjado, amarillo-cítrico y amarillo azufrado. Además existen otras variedades de porte enano (40 a 60 cm), cuya floración es abundante. Estas especies son ricas en aceites esenciales de olor desagradable, muchas veces fétido; sus flores contienen “quercetagina”, colorante utilizado en la India para teñir la seda y lana en amarillo pardo-claro, pardo-gris, amarillo-pardo oscuro y gris amarillento (Braga, 1960; Correa, 1984).

Las flores son compuestas o simples con gran número de pétalos; contienen el alcaloide tagetina y son ricos en xantofilas. Capítulos grandes, numerosos, solitarios en el ápice de la rama; radiados con flores dimorfas (las marginales, con filarias -11-12-, uniseriadas, soldadas lineares, labras, con glándulas oleíferas lineales; de 18-20 mm de largo, por 3-5 mm de ancho, agudas. Flores femeninas, numerosas, unisexuales, liguladas, y las del disco, hermafroditas, centrales, con corola tubulosa, de 8 a 10 mm de largo por 1,5 mm de ancho, pentalobada, lóbulos interiormente pilosos, de 5 mm de largo por 5 mm de ancho) tubulosas, de diverso tamaño, solitarios o corimbosos; a veces capítulos

discoideos por ausencia de flores femeninas. Involucro cilíndrico o acampanado, campanulado de 20 a 22mm de alto por 20mm de diámetro, con brácteas dispuestas en una sola serie, soldadas hasta cerca del ápice. Presentan pedúnculos obcónicos, fistulosos. Receptáculo plano, desnudo o algo ciliado. La corola de las flores femeninas son liguladas, entera, bilobada o tridentada en el ápice, pentadentada en el limbo cuyos pétalos, presentan una gama de colores que varían desde amarillo, anaranjado, dorado, bicolor, rojo y caoba, características llamativas; existen especies rayadas, bicolores y blanco crema, con corola tubulosa. Anteras redondeadas en la base. Estilo de las flores hermafroditas con ramas truncadas en el ápice, a veces cortamente apendiculadas; largas y dobles desde mediados de verano hasta el invierno; pueden medir más de 12,5cm de ancho (Gilman y Howe, 1999; Bazalar, 1995; Neher, 1968; Russ, 1999; Sagástegui, 2004; Ferraro, 1995 y Burpee, 1979).

Las raíces, se caracterizan por ser fibrosas y superficiales; los tallos son ramificados (costillados) desde la base, sulcados, de color verde y presentan glándulas oleíferas epidérmicas muy notables, especialmente en las brácteas involucrales.

El fruto es un aquenio lineal multiestriado, conteniendo semillas negras, estrechas y oblongas de 5mm contenidas en el cáliz tubuloso. (Braga, 1960; Correa, 1984; Rocha, 1945; Hoehne, 1939).

2.2 Evolución del manejo agronómico de “marigold” en el Perú y el mundo

En el mundo, este cultivo ha adquirido importancia comercial, debido a la gran demanda que tienen sus flores por ser una fuente rica de carotenoides y sus derivados xantofílicos, pigmentos naturales de color amarillo, utilizados en la elaboración de alimentos balanceados y también, como colorante para alimentos de consumo humano (Reynoso, 1999; Delgado, 1997; Flores & Lazo, 1996).

En el Perú, *T. erecta* es cultivada para la comercialización de sus flores que tienen gran demanda en el mercado nacional e internacional, lo cual constituye fuente de ingresos económicos para los agricultores que los cultivan, así como, para quienes lo industrializan y lo exportan.

Este cultivo se ha incrementado en los últimos años, principalmente en los valles de Cañete, Lurín, Chancay, Barranca y Chosica del Departamento Lima y en los valles de Virú y Chicama de La Libertad, Chira y Piura en el Departamento Piura. En la Provincia Virú, se siembran mas de 1800ha (MINAG, 2006).

Entre los organismos patógenos que afectan el cultivo de “marigold” se han descrito a especies de hongos, insectos, ácaros, también virus, bacterias y nemátodos. (Reynoso, 1999),

T. erecta es una planta antagónica de nemátodos, y su cultivo está recomendado como medida para controlar algunos nemátodos fitoparásitos (Winoto, 1969). Las plantas de “marigold” también pueden ser afectadas por algunas poblaciones de nemátodos (Topp et al., 1998) quienes observaron algunos casos de susceptibilidad a éstos. Los nematodos fitoparásitos ocasionan perjuicios directos o indirectos a las plantas, y el daño se incrementa cuando interactúan con otros patógenos, reduciendo la calidad y la cantidad de la producción del cultivo; asimismo, los nemátodos pueden disminuir el tiempo de productividad de las plantas. (Nickle, 1991).

2.3. Utilización de la especie

Esta especie ha sido utilizada como fuente de aceites esenciales (Lawrence, 1985), como condimento, colorante de alimentos (Mejia et al., 1997; Padma et al., 1997), para controlar malezas (Pritts, 1992), como insecticida (Perich et al., 1994; Macedo et al., 1997; Tomova et al., 2005; Morallo y Decena, 1987), como fungicida (Edwards et al.,

1994; Zygadlo et al., 1994; Sadhana y Walia, 1996; Tomova et al., 2005; Kourani y Arnason, 1988) y como fuentes de pigmentos para ración de gallinas, orientado a dar el color amarillo de los huevos (Avila et al., 1990; Medina et al., 1993; Hencken, 1992; Barzana et al., 2002). Entre nosotros, el *Tagetes* es usado como planta ornamental en los bordes de tierra bien drenada, como insecticida y repelente natural de pulgones, ácaros y algunas larvas (Serrato Cruz, 2004).

2.4. Carotenoides

Los carotenoides con uno o más grupos funcionales, conteniendo oxígeno, son denominados xantofilas tales como luteína y zeaxantina (Zaripheh y Erdman Jr., 2002; Almeida-Muradian y Penteado, 2003). Fuentes importantes de luteína-zeaxantina en la alimentación humana son las hortalizas de hojas de color verde y el maíz (Rodríguez-Amaya, 1999; Almeida-Muradian y Penteado, 2003).

El aislamiento del primer carotenoide se realizó en 1831, a partir de la zanahoria (*Daucus carota* L.), y hasta el momento se han descrito mas de 600 de estos compuestos en la naturaleza (Almeida y Penteado, 2003).

La luteína es sintetizada a través de la vía isoprenoide, el cual puede ser modificado para producir nuevos carotenoides adicionales de alto valor o para el aumento de la producción de pigmentación y funcionalidad fotoquímica.

Trabajos realizados por Valadom y Mummery (1967), concluyeron que el 10% de los carotenoides en *Tagetes*, eran luteína y zeaxantina intacta. Los carotenoides fueron los principales pigmentos encontrados en sus flores. Trabajos posteriores realizados por Alam et al. (1968) y Goodwin, (1980) indican que extractos de flores de *tagetes*

contienen epóxidos como la luteína 5,6-epóxido y otros productos de oxidación de la luteína.

Los carotenoides, en particular los dihidroxicarotenóides conocidos como xantofila, luteína y zeaxantinas, son los compuestos de interés en extractos de flores de tagetes, para la pigmentación de piel y huevos de aves domésticas (Marusish, 1981; Vasudevan et al., 1997; Goodey et. al. 2002).

Quackenbush y Miller (1972) constataron que de 17 pigmentos aislados, el 88 a 92% fueron predominantemente luteína y zeaxantina y menos del 3% fueron pigmentos epoxi. Se formuló la hipótesis de que estos epóxidos y productos de oxidación pueden ser formados durante el proceso de industrialización de las flores de Tagetes.

En los últimos años el cultivo de “marigold” se ha incrementado debido a la utilización de la flor como materia prima para la obtención de productos derivados tales como harina, oleoresina y pigmento (Bazalar, 1995). Las principales fuentes de xantofilas empleadas por la avicultura en México son los carotenoides de la flor de marigold y de los ajíes del género capsicum (Cuca y Avila, 1996; Tirado, 1991). También se utilizan pigmentos de síntesis química como el apoéster y la cantaxantina (Avila, 1990). La flor de marigold se usa en la elaboración de alimento de aves de corral con el fin de pigmentar la piel del pollo y la yema del huevo (Mc Naughton, et. al, 1976).

Los carotenoides son pigmentos liposolubles que presentan coloraciones roja, anaranjada y amarilla; contribuyen aportando coloración a flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo de las plantas (Bartley y Scolnick, 1995).

Las xantofilas de marigold son obtenidas por un proceso de prensado, deshidratación y molienda de la flor; posteriormente se realiza una extracción con acetona como solvente y se obtiene una oleoresina compuesta por carotenoides esterificados con

ácidos grasos mirístico y palmítico, dando esta mezcla un rendimiento de 70 mil a 120 mil ppm de xantofilas (Delgado, 1997).

El producto obtenido es saponificado mediante hidrólisis alcalina, usando hidróxido de sodio a 90°C dejando a las xantofilas en su forma libre (Tirado, 1991; Delgado, 1997). El producto terminado tiene alrededor de 80 a 90% de luteína, 5% de zeaxantina y de un 5% a 15% de carotenoides como la violaxantina y la criptoxantina (Delgado, 1997; Bauernfeind, 1981).

El nivel requerido de xantofilas en una ración para proveer una adecuada pigmentación puede variar ampliamente, dependiendo de la intensidad de pigmentación deseada por el mercado en particular (Marusich, 1981). Es suficiente proporcionar de 40 a 60 ppm de xantofilas de extractos de flor de marigold durante las 4 últimas semanas para una buena pigmentación amarilla en la piel (Delgado, 1997).

2.5. Luteína de Tagetes

La luteína de Tagetes es un extracto purificado obtenido de la oleoresina que se extrae de los pétalos de las flores con los solventes orgánicos. El último producto, después de la saponificación, contiene, como componente mayor, luteína y una proporción pequeña de zeaxantina. La Luteína forma parte de un grupo de pigmentos conocido como xantofilas. Se usa como colorantes de alimentos y bebidas, huevos, grasas, aceites y postres; helados, y otros alimentos en niveles que van de 2 a 330 mg.kg⁻¹ (Cantrill, 2004).

2.6. Pigmentos que contienen las flores de Tagetes

Entre las fuentes naturales disponibles de carotenoides están las flores, entre ellas las de Tagetes. Los carotenoides obtenidos en las flores amarillas y anaranjadas de esta especie son considerables, predominando la luteína en forma de diésteres (Hernández,

2005). Según Slattery et. al, (2000); Young & Lowe, (2001) se ha desarrollado un mercado internacional de pigmentos extraídos del “marigold” porque a partir de los carotenoides que contienen los pétalos de sus flores, se elaboran productos antioxidantes y anticancerígenos.

McGeachin & Bailey (1995) afirman que la luteína es el carotenoide más abundante en flores de Tagetes. Los análisis de extractos de flores saponificadas, indican la presencia de carotenoides como α -caroteno y β -caroteno y fitoflueno (Hadden et al., 1999).

La luteína de Tagetes es un extracto purificado obtenido de oleoresinas de los pétalos de sus flores, que contienen más del 80% del total de los carotenoides. El producto final después de la saponificación contiene como componente mayoritario luteína y en menor proporción la zeaxantina. La luteína (3R, 3'R, 6'R- β -caroteno 3',3'-diol), es un oxicarotenoide, miembro de un grupo de pigmentos conocidos como xantofilas (Cantrill, 2004).

Los pétalos de Tagetes son ricos en luteína y ésteres de luteína, representando éste último más del 90% de los pigmentos identificados en la flor de esta planta (Quackenbush, 1973); (Barzana et al., 2002). Generalmente, la luteína es encontrada casi completamente en forma de éster (Quackenbush, 1973). Los carotenoides en las flores en su mayoría son esterificados con los ácidos láurico, mirístico, palmítico y esteárico en diferentes proporciones, los cuales son solubles en hexano (Alam et al., 1968; Quackenbush y Miller, 1972).

En las flores de Tagetes el nivel de carotenoides aumenta al máximo durante las primeras tres semanas después de la floración y a partir de allí permanece constante a lo largo de todo el periodo de la cosecha. También se ha constatado que la concentración de carotenoides disminuye con la edad de la flor (Kazakidou y Burrage, 1994).

2.7. Cambios en los pigmentos

Muchos productos sufren cambios significativos en la composición de pigmentos durante los períodos pre y post cosecha. Estos cambios incluyen tanto la degradación de los pigmentos existentes y la síntesis de nuevos pigmentos; en muchos casos los dos procesos ocurren en forma concurrente. A los cambios en pigmentación se les da mucha importancia en muchos productos, ya que son utilizados como el principal criterio para determinar la calidad. La degradación de pigmentos puede ser dividida en dos clases generales:

2.7.1 Cambios de pigmentos favorables a la calidad.

La mayoría de estos se centran alrededor de la degradación de la clorofila con una síntesis concurrente de otros pigmentos o el desenmascaramiento de pigmentos preexistentes en el tejido. Ejemplos serían la pérdida del color verde en naranjas, durante la cual se sintetizan carotenoides, y la pérdida de clorofila en el plátano, permitiendo la expresión de pigmentos que ya estaban presentes.

2.7.2. Cambios de pigmentación desfavorables a la calidad.

Estos pueden observarse en la pérdida de color en flores o de clorofila en las inflorescencias de brócoli o de las hortalizas.

Como en el caso de la degradación de pigmentos, la síntesis de pigmentos después de la cosecha puede ser benéfica o indeseable. El desarrollo de la coloración roja en el tomate después de la cosecha es deseable, mientras que la formación de clorofila en papas cosechadas o la síntesis de carotenoides en el melón amargo son indeseables.

Muchos factores postcosecha afectan el grado del cambio en pigmentación después de la cosecha y los más importantes son la luz y la temperatura. La luz es esencial

para la síntesis de clorofila y su presencia retarda la pérdida de estos pigmentos en las hojas de plantas cultivadas. También parece ser importante en la estimulación de la síntesis de antocianinas y licopeno en algunos productos; sin embargo, no en el caso del beta caroteno en tomate. Los cambios de pigmentación en muchos tejidos dependen de la temperatura. Sin embargo, el efecto de la temperatura varía con el pigmento específico, el tejido de interés y si los procesos operativos son sintéticos o degradativos. Por ejemplo en la toronja rosada las altas temperaturas (30-35°C) favorecen la acumulación de licopeno pero no de caroteno; a bajas temperaturas (5-15° C) ocurre lo opuesto. Sin embargo, en el tomate las temperaturas arriba de 30° C reprimen la biosíntesis de licopeno, pero no de beta caroteno. Muchos reguladores de crecimiento vegetal han mostrado también un efecto significativo sobre la pigmentación de algunos productos cosechados. El uso del etileno para desverdecer frutas cítricas o plátanos y estimular la síntesis de carotenoides como en tomate, se ha convertido en una herramienta poscosecha comercial en muchas áreas del mundo. Se sabe que el etileno también estimula la formación de antocianinas en uvas si se aplica antes de la cosecha. En el caso de flores, el etileno generado por el producto cosechado o por productos adyacentes acelera dramáticamente la degradación del pigmento, el desvanecimiento del color y la senescencia en muchas flores como la orquídea vanda. Para prevenir la degradación de los pigmentos se han comenzado a utilizar cada vez más compuestos químicos que inhiben la síntesis de etileno o que impiden su actividad. Otros reguladores del crecimiento como las citoquininas tienen un efecto pronunciado sobre la retención de la clorofila. El uso potencial de las citoquininas para retardar la pérdida de clorofila ha sido consecuentemente probado en varios vegetales verdes como brócoli, col, apio, lechuga. En brócoli almacenado a 13°C puede duplicar la vida de almacenamiento con una sola aplicación de zeatina y dihidrozeatina. En muchos

casos los resultados son positivos, otras técnicas poscosecha para la retención del color son comercialmente más aceptables (Alam, et al. 1968).

2.8. Producción ecológica del marigold

En el sector Quirihuac, valle Santa Catalina, Laredo-La Libertad, se evaluó la influencia del manejo agroecológico con tres niveles de guano de las islas, sobre el rendimiento y contenido de xantofila, en el cultivo de marigold (*Tagetes erecta L.*).

Los tratamientos fueron T₁: 500 kg de guano de isla /ha; T₂: 1000 kg de guano de isla/ha; T₃: 1500 kg de guano de isla/ha y T₄: Testigo con fertilizante inorgánico.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y los resultados fueron analizados a través de la prueba “F”, con un 5% de significación. Se evaluó el rendimiento de flor fresca, el número de flores frescas por planta cosechada en cada paña, el contenido de xantofila de las flores cosechadas en cada paña, y se realizó el análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos. El mayor rendimiento de flor fresca fue de 19 167 kg.ha⁻¹.; asimismo, el mayor número de flores frescas cosechadas/planta de marigold, fue de 38, el mayor contenido de xantofila fue de 16.05 g de xantofila/kg de harina de marigold. El tratamiento 1, con manejo agroecológico tuvo la mayor rentabilidad: 2,75, con un costo de producción de S/. 2800 y una utilidad neta de S/.1 018,92 (Ríos, et. al., 2006).

2.9. El marigold para el control de los nematodos

Una de las plagas más extendidas en la agricultura mundial es el nematodo del nódulo de la raíz *Meloidogyne ssp.* (Taylor, and Sasser. 1998). (Figura 8).

Aún cuando en promedio las pérdidas a nivel mundial causadas por *Meloidogyne ssp.* y otros nemátodos se estima en un 12,3%, en países en desarrollo las

pérdidas pueden llegar a un 14,6%. (Sasser, and Freckman, 1987). Sin embargo, algunos autores han estimado pérdidas de hasta un 25% (Jatala, 1982).

El control químico en nemátodos es ampliamente usado por la rapidez de su acción, pero es una solución temporal al problema que causan, ya que las poblaciones de estos microorganismos se incrementan varios meses después de la aplicación de los productos nematicidas (Jatala, 1986).

Los nematicidas tienen efectos dañinos para el hombre y los animales, incrementan los costos de producción, su persistencia en el suelo y la contaminación que causa en las aguas del subsuelo (Thomason, 1987). Por ello, las investigaciones están actualmente dirigidas a integrar agentes de control biológico en el manejo integrado de nemátodos (Stirling, G.R. 1991).

El género *Tagetes* funciona como planta trampa, pero solo es efectiva para algunas poblaciones de nemátodos pero no para otras. En nuestro medio es efectiva contra *Meloidogyne* (Canto-Saenz, 1992).

Existen plantas nematicidas como *Tagetes nemanon* que en hortalizas pueden actuar sobre los nematodos de dos modos diferentes: produciendo sustancias que impiden el desarrollo de los nemátodos o pudriéndose rápidamente la parte de la raíz atacada para impedir que prosperen. Este efecto puede actuar sobre especies del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. Para que el efecto de plantas sobre nemátodos sea efectivo es necesario que el cultivo se mantenga en campo durante tres meses después de los cuales pueden ser arrancadas o enterradas (R.A.A.A, 2006).

Los marigold (*Tagetes spp*) son bastante efectivos en el control de aquellos nematodos que lesionan la raíz sin formar nudos (*Pratylenchus spp*) y aquellos que forman nudos en las raíces (*Meloidogyne spp*). Por otra parte existe una gran cantidad de ectoparásitos que no son controlados por “marigold” (Suárez, 2000).

Tagetes erecta como planta trampa es eficiente para disminuir las poblaciones de nemátodos fitoparásitos. Las exudaciones radiculares que secretan las plantas de marigold son efectivas para atraer a los estadios juveniles de los nemátodos del género *Meloidogyne*; una vez dentro de las plantas, dichos estadios van a ser modificados en su desarrollo y multiplicación (Aballay, 2000).

Los Tagetes y las Caléndulas tienen un efecto repelente sobre los nemátodos, cuyas exudaciones radiculares modifican la fauna del suelo, controlando *Meloidogyne spp.* (Bazalar, 1995; Suárez, 2000).

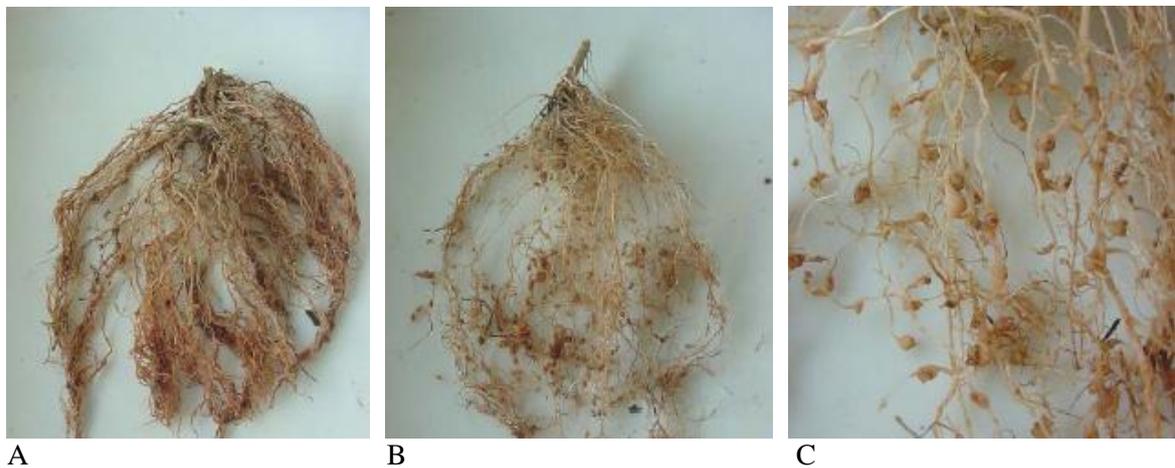


Figura 8. Formación de nódulos de meloidogyne en raíces de tomate. A) Plantas que recibieron semanalmente en el suelo y en la parte aérea extracto acuoso no diluído de flores de *T. patula*; B) Plantas inoculadas y no tratadas; C) Detalle de los nódulos individualizados de B. Fuente: Duarte (2006).

2.10. Otras perspectivas del uso del cultivo de marigold

El contenido de carotenoides en maíz, fuente primaria, económicamente deseable para la pigmentación de los huevos y la piel de las gallinas, es muy complejo (Grogan y Blessin, 1968), incluye cuatro oxicarotenóides simples en dos clases, entre la mayoría de los carotenoides de maíz. Según Tyczkowski e Hamilton (1986), hasta el mismo maíz blanco contiene por lo menos 12 tipos de carotenoides. La mayoría de los carotenoides en maíz (>50%), efectivos en la pigmentación de gallinas es la luteína, un dihidroxicarotenoide (Grogan y Blessin, 1968; Quackenbush et al., 1961; Fritz et al., 1957;

Williams et al., 1963; Kuzmicky et al., 1968). Los monohidroxicarotenoides, tal como la criptoxantina, la cual se encuentra en el maíz (del 8 al 10% del total de los carotenoides) son pigmentos menos eficaces que los dihidroxicarotenóides que se encuentran en las flores de “marigold”.

La pigmentación de la piel y huevos de gallina, es un factor económico muy importante en algunos segmentos de la industria de pollos. La principal fuente de pigmentos carotenoides (xantofilas) son los maices amarillos. Una de las fuentes auxiliares mas ampliamente usadas son los pétalos de la flor de Tagetes, las cuales presentan un color amarillo intenso y contienen más de 2000 ppm de carotenoides (Marush y Bacernfeind, 1981).

Un problema asociado con el uso de carotenoides de esas flores es que son menos disponibles para las gallinas que los carotenoides provenientes del maíz (Twining et al., 1971; Witt et al., 1972). La razón de esa diferencia en la utilización biológica, es atribuída a la presencia de luteína, un dihidroxicarotenoide (DHC), componente principal en el maíz y en el Tagetes, encontrándose inicialmente como monoéster o como alcohol libre no esterificado en maíz y como diéster de ácidos de cadena larga en Tagetes (Couch y Coon, 1972).

Los pétalos deshidratados y concentrados de Tagetes son usados como aditivos en la alimentación, para mejorar la pigmentación de piel de aves domésticas y huevos de gallinas ponedoras (Alam et al., 1968; Hencken, 1992; Livingston, 1986). La luteína dipalmitada, éster de ácido palmítico; es el principal componente de las xantofilas de los pétalos de “marigold”, descritas por poseer propiedades oftalmológicas (Gau et al., 1983). Niveles altos de luteína ingerida a partir de extractos de flores de Tagetes, aumentó la densidad óptica del pigmento macular, reduciendo el riesgo de degeneración de la mácula humana relacionada con la edad (Landrum et al., 1997; Berendschot et al., 2000).

Así mismo, la luteína tiene importantes funciones biológicas dentro de los carotenoides en general (Krinsky, 1994).

En recientes investigaciones, se encontró que la luteína posee algunas funciones tales como: protector de la visión, preventivo de la arterioesclerosis, antioxidante y anticancerígeno (Delgado-Vargas y Paredes-López, 1997). Según Chew et al. (1996); Park et al. (1998), la luteína a partir de extractos de flores de Tagetes, suprime el crecimiento de tumores de mamas y la proliferación de linfocitos, así como propiedades hepatoprotectoras (Szabo et al., 1975).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y recolección de la información

La investigación se llevó a cabo en campos de los productores más representativos de los valles del Santa, Chao, Virú, y Santa Catalina, del departamento de La Libertad (Figura 9). Dichos productores contaban con apoyo en insumos y asistencia técnica de la Empresa Deshidratadora Libertad la cual, aseguraba la compra total de las cosechas, a precio fijado según contrato. Para la descripción de la biología y manejo agronómico del “marigold”, se recurrió a la bibliografía especializada e informaciones obtenidas del Herbarium Truxiliensis de la Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego.

Este cultivo fue introducido en los valles costeros de La Libertad en el año 1994, por la Empresa mencionada para producir harina de flores de marigold con fines de exportación y atención local como parte de la dieta alimenticia avícola, para pigmentar en forma natural la piel y yema de huevos de las aves, iniciándose con la instalación de 60 has. y llegando al año 1999 con 1100 has.. Posteriormente el cultivo de esta planta se incrementó con la presencia de otras empresas tales como Agrodoral, PIVEG, Linera Barranca, Agrotrujillo. (MINAG, 2006).

En relación al manejo post cosecha para la producción de harinas o de oleorresinas, para tipificar los estándares de calidad de estos productos, se recurrió a la búsqueda y análisis de bibliografía especializada.

Las ventajas y limitaciones del cultivo, se hizo a partir de las informaciones obtenidas por parte de los productores de la zona,

raíces del cultivo de tomate y por los bajos rendimientos de las cosechas de la campaña anterior.

Con esta finalidad se sembró toda el área con marigold, utilizando la tecnología de la empresa Deshidratadora Libertad, desde la producción de plantines hasta la cosecha.

3.2. Siembra de marigold

La siembra de “marigold” en la costa peruana está reglamentada desde 1999, a través de la Resolución ministerial No. 1033-99 actuando el SENASA como ente supervisor. Esta señala que las siembras ya sea en almácigos o terreno definitivo deben iniciarse el 10 de marzo y culminar el 15 de setiembre, debiendo realizarse la última quema el 31 de diciembre (MINAG, 1999).

3.3. Preparación de almácigos

Se realizó en camas, utilizando suelos de textura franca, ricos en materia orgánica y libre de sales. Las dimensiones de las camas fueron de 1 m de ancho por 10 m de largo, y se prepararon con una pasada de grada para efectuar su roturación, seguida de 2 despajes, dejándolas mullidas y niveladas. Luego se procedió al trazado de regaderas y bordos.

La siembra se realizó en las camas que previamente habían sido remojadas, esparciéndose las semillas y cubriéndolas con una ligera capa de arena fina; se utilizaron entre 500 a 600 g de semilla.ha⁻¹ y se mantuvo el suelo húmedo durante toda la época de almácigo (Figura 10).

En nuestro medio se importa la semilla para la siembra, porque en el país aún no se produce semilla certificada. Las semillas sembradas al voléo, germinan entre 3 y 5 días.

El riego de los almácigos es una labor que no se debe descuidar para la obtención de plántulas vigorosas. Se debe mantener el suelo húmedo durante toda la época de almácigo. Debe evitarse en lo posible el sobreabonamiento en almácigos, especialmente con nitrógeno y el exceso en los riegos, para evitar el crecimiento rápido y aparición de plantas débiles, pues con estas características no soportarán el trasplante. En terrenos pobres se debe incorporar una fórmula de 13.5-34.5-15 de NPK, una semana antes de la siembra que se logra con 75 kg de fosfato diamónico y 25 kg de cloruro de potasio. Después de su incorporación con una rastra liviana, se surca y se riega. Para acelerar las programaciones de siembras se aplican abonos foliares en bajas concentraciones (Ferreyros, 1983).

La remoción de plantines, se realizó a partir de los 20 días de haber permanecido en las camas de almácigo alcanzado una altura de 15 a 18 cm. Esta operación se realizó con cuidado para no romper las raíces; razón por la cual el riego de las camas se hizo el día anterior. Los mismos trasplantadores pueden sacar sus plantas de las pozas; pero también se puede emplear personas expertas en realizar dicha tarea.

El transporte de los plantines a campo definitivo se realizó en cajas de plástico, a raíz desnuda, evitando la pérdida de humedad por transpiración.

El cultivar utilizado fue “Bella flor”, proporcionado por la empresa. Se utilizó una densidad de siembra de 50,000 plantas/ha.



Figura 10. Voleo de la semilla de “marigold” en camas almacigueras húmedas.

3.4. Preparacion de terreno definitivo

El marigold no es muy exigente en relación a los tipos de suelo. Se utilizan tanto suelos arenosos como arcillosos evitándose sembrar en pedregales y suelos salinos. El cultivo responde bien en suelos con abundante materia orgánica. Con terreno a capacidad de campo se pasa una rastra pesada para evitar la formación de terrones, seguido de una rastra liviana para dejar el terreno bien mullido, tal como refiere Ferreyros (1983).

3.5 Transplante

El trasplante se efectúa en terreno definitivo en distanciamientos de 90 cm y 110cm entre surcos y 20cm entre plantas; colocándose 2 plantulas por golpe a ambos lados y en la costilla del surco (Bazalar, 1995).

Las plántulas se trasplantan cuando tengan una altura de 15 cm que se logra entre los 18 a 25 días; aquellas que se han pasado de edad y tienen una altura mayor de 20cm no van a formar ramas laterales adecuadamente. Un día antes del trasplante se efectúa un riego liviano en el campo definitivo.

Las plántulas deben extraerse del almácigo con humedad para que no pierdan sus raicillas. Una vez retiradas las plántulas se colocan en cajas las cuales deben permanecer cerradas. Cuando se llevan las plántulas a campos distantes se deben cubrir con sacos de yute húmedo para evitar su deshidratación. Al colocarse la planta en campo definitivo los surcos deben estar con agua corriente. Se toma con el dedo índice la zona radicular y se siembra en la costilla del surco en el nivel humedecido por el agua, asegurando un buen contacto de la tierra con las raíces. El espaciamiento del marigold depende del cultivar escogido y de los insumos y mano de obra con que se cuenta. Usando el cultivar bella flor por ser una planta de menor tamaño se obtienen mejores rendimientos sembrando a doble hilera con un distanciamiento de 1.20 m entre surco y 0.20 m entre plantas; la siembra se efectúa en tresbolillo a ambos lados del surco, dejando un surco en blanco de por medio, posteriormente, la operación de cultivo se efectúa sobre este surco en blanco. En caso de no disponer de mano de obra ni de suficientes insumos el mejor distanciamiento es de 90 cm entre surcos y de 25 cm entre plantas. Los híbridos HI-X y Hawaii se recomienda sembrarlos a 90 cm entre surcos y 25-30 cm entre plantas. El cultivar Pemex se recomienda sembrarlo con un espaciamiento de 90 cm entre surcos y de 30-35 cm entre plantas (Ferreyros, 1983).

El distanciamiento para la variedad mejicana es de 1.20 m entre surcos y 0.15 m entre plantas, a doble hilera y a una planta por golpe, obteniéndose un rendimiento promedio de 18 t.ha⁻¹ con una densidad de 111,100 plantas por ha⁻¹ (Antezana, 1992).

3.6. Riegos

Después del riego de enseño regar cada 4 o 5 días para asegurar el prendimiento y posteriormente a intervalos de 10 a 12 días, según el tipo de suelo hasta el final del período vegetativo (Bazalar, 1995).

El agua es uno de los factores limitantes para la producción de flores de marigold. Las etapas de mayor necesidad de agua son: en los almácigos, durante las primeras semanas posteriores al trasplante y después de cada recolección. Si en su mayor etapa de crecimiento la cual ocurre entre 4 a 6 semanas, se produce una falta de agua, ocasionará una floración precoz y alteración del desarrollo normal de la planta (Ferreyros, 1983).

En Florida del Norte (USA), esta planta resiste los días calurosos del verano siempre y cuando se riego con regularidad, recomendándose su siembra a lo largo del Sud este del país (Gilman, E. and Howe, T, 1999). Russ, K & Polomsky, B. (1999), recomiendan controlar la humedad durante los primeros 10 a 12 días del transplante y posteriormente regar una vez por semana en ausencia de lluvias.

3.7. Fertilización

Generalmente se aplica Urea o nitrato de amonio como fuente nitrogenada en dosis de 180 kg de N.ha⁻¹. La aplicación es fraccionada aplicando el 50% a los 8 días del trasplante y el 50% restante, 30 días después del primer abonamiento. Después de cada recojo de flores se aplican 2kg.ha⁻¹ de abono foliar para reforzar el cultivo. El fertilizante se aplica en forma localizada a la altura de cada planta y en el centro del surco. Es importante la ubicación del abono para evitar la quemadura de planta. En el Bajo Piura y en La Libertad, los productores fertilizan en terreno muy húmedo; para ello han ideado un

aplicador de úrea que consiste en un tubo de instalación eléctrica el cual se encuentra amarrado al extremo de una bolsa de úrea, tal como refiere Bazalar (1995) (Figura 11).



Figura 11. Aplicador artesanal de fertilizantes utilizado en campos de marigold.

El marigold es poco exigente al abonamiento, pero deben existir nutrientes en cantidades suficientes para la planta. Según Ferreyros (1983) el abonamiento se realiza en dos aplicaciones, la primera 15 días después del trasplante en forma de puyado al costado de la planta y la segunda a los 30 días del trasplante junto con el aporque utilizando sólo nitrógeno. El marigold aprovecha el nitrógeno lentamente durante su desarrollo, es por eso conveniente fraccionarlo. Por lo general los suelos de la costa contienen suficientes cantidades de fósforo para el desarrollo adecuado del marigold, especialmente aquellos que han recibido aplicaciones de materia orgánica. El marigold responde bien al potasio, en Costa central aplican 250 kg.ha^{-1} de K_2O . Después de la primera recolección de flores, se aplican 100 Kg.ha^{-1} de N, para incrementar los rendimientos en las recolecciones posteriores.

El marigold se desarrolla bien en suelos ricos en materia orgánica. Aplicaciones de estiércol de gallina mejoran los rendimientos además de mejorar las condiciones del suelo para los cultivos de invierno donde se encontrará en estado de óptima descomposición; por lo tanto, es una buena práctica hacer las correcciones de materia orgánica antes de sembrar marigold (Ferreyros, 1983).

3.8. Labores culturales

Estas actividades comprenden deshierbos, escardas para dar aireación al suelo y eliminar malezas. El aporque se realiza a los 30 días después del trasplante, cambiando los surcos de riego (Bazalar, 1995). Esta labor se realiza con la segunda aplicación de N y tiene como objetivo combatir las malas hierbas e incorporar el abono (Ferreyros, 1983) (Figura 12).

El desbotone es una labor cultural que consiste en sacar la primera flor para estimular el crecimiento de las flores laterales y se realiza aproximadamente en la 5ta semana del trasplante. Esta operación se realiza cuando las plantas no han ramificado adecuadamente, por razones de trasplante tardío o malos riegos que impiden la formación de una buena ramificación (Ferreyros, 1983) (Figura 13).

Según Bazalar en el control de malezas, se utilizan herbicidas selectivos como Linurex en dosis de 250 gr.ha^{-1} previo riego a su aplicación o un raspado con lampa para malezas gramíneas (Ferreyros, 1983).



Figura 12. Labor de aporque con tracción animal de un campo de “marigold”.



Figura 13. Supervisión de un campo recientemente desbotonado y aporcado.

3.9. Plagas y control

El Marigold es atacado por una serie de insectos plaga durante las diferentes fases de su ciclo vegetativo, como larvas de noctuideos, grillos, tríps, diabrótica, arañita roja, mosca minadora de hoja, mosca barrenadora de tallos.

3.9.1. Plagas clave

“Gusano de tierra” (*Prodenia eridania*). Se encuentra en el suelo especialmente cerca de la base de la planta, a menudo cubierta por tierra. Ataca principalmente a plantas jóvenes de pocas semanas de trasplantadas y también en producción. El daño lo ocasiona al alimentarse de la corteza de la base del tallo, por lo que la planta se marchita y muere. Las plantas pequeñas aparecen cortadas sobre el suelo. Produce ataques serios si no se controla a tiempo.

Control químico: se utilizó Dipterex soluble 80 con melaza y agua. Se colocan en la base del tallo, al atardecer. Dan muy buen resultado pero tienen el inconveniente de que pueden ser acarreados por el agua de riego.

Control cultural: La buena preparación del suelo mata la mayoría de las larvas, pupas y huevos presentes.

“Gusano caballada” (*Anticarsia gemmatilis*) Es muy voraz y se encuentra en grupos atacando hojas, botones florales y flores. Se aplicó Methamidophos 50 L.

“Gusano cachudo” (*Manduca sexta*). Son ávidos devoradores del follaje capaces de destruir más de una planta pequeña por día. Atacan principalmente en almácigos. Se utilizó para su control Methamidophos 50 L.

“Gusano medidor” (*Pseudoplusia roystationis*) Ataca en menor intensidad, causa problemas en planta recién trasplantada. Son masticadores de follaje. Para su control se utilizó Methamidophos 50 L.

“Mosca minadora”.- Son mosquitas de tamaño pequeño. Las larvas forman galerías en las hojas. Mayormente ataca en la almaciguera. Se controló con Cypermotrina

“Trips”.- Su cuerpo es alargado, cilíndrico y pequeño. Raspan a las hojas dejando cicatrices y áreas amarillentas, en ataques severos deforman las hojas. Atacan durante todo el período vegetativo. Se controló con Dimetoato.

“Mosquilla de la alfalfa” (*Diptera: cecydomidae*) Son mosquitos de tamaño pequeño, de cuerpo delgado y frágil y de patas largas. Las larvas son de cuerpo alargado y cilíndrico de color blanco. Producen encarrujamiento de botones y brotes así como el marchitamiento de la flor al alimentarse de la base de los pétalos. Se controló con Methamidophos 50 L

3.9.2. Plagas potenciales

Entre las plagas potenciales se observaron “chinchas” *Lygus lineolaris*, “cigarritas” *Empoasca favae* y “arañita roja” *Tetranychus sp.* Para su control se emplearon métodos culturales como destrucción de malezas. Ocasionalmente se realizó el control con aplicación de insecticidas específicos.

3.10. Enfermedades de importancia económica y control

Los enemigos naturales de esta especie son los hongos foliares y el agente causal más frecuente es *Botrytis sp.* que atacan a las hojas, tornándolas bronceadas con la aparición de un moho gris sobre ellas, especialmente en tiempo húmedo provocando su pudrición. La mancha de la hoja causa puntuaciones negras o grises de forma irregular u oval sobre el mesófilo foliar que progresan por la liberación de esporas del hongo.

La enfermedad se inicia en las hojas más bajas y progresa hacia las hojas más jóvenes. El control curativo consiste en remover y destruir las plantas infectadas (Gilman; Howe, 1999).

Existen reportes de otras enfermedades como Filodia o “escoba de bruja”, que se caracteriza por la presencia de pétalos verdes que proliferan en la parte aérea de la planta causando enanismo y amarillamiento en *Tagetes*, cuyas fuentes primarias son desconocidas (Rojas-Martínez et al., 2001). No se ha constatado la presencia de fitoplasmas en sus semillas, siendo atribuida su contaminación a las plantaciones de hortalizas cercanas, plantas ornamentales y malezas, como hospederos. En México, varios insectos pueden actuar como agentes de dispersión de la enfermedad, posiblemente especies de los géneros *Scapbytopius*, *Neokolla* e *Idiodonus* (Rojas-Martínez et al., 2002).

Entre otras enfermedades de importancia económica que limitan la producción de *Tagetes*, se encuentra a *Alternaria sp.* cuyos síntomas en las hojas y peciolos aparecen como manchas marrones oscuras y puede llegar a secar la planta. Las esporas de este hongo se diseminan principalmente por la lluvia y el viento cuyas infestaciones severas ocurren con la aparición de lluvias fuertes. En días nublados y de alta humedad, el rocío no se evapora rápidamente y es suficiente para que el hongo continúe reproduciéndose.

Existe otra enfermedad producida por *Phytophthora criptógea* “hielo” que daña a las raíces, los tallos infestados se vuelven marrones y el follaje se marchita, causando la muerte de la planta.

Entre las enfermedades virósicas se encuentran el virus del mosaico de las cucurbitáceas y un micoplasma que causa manchas amarillentas y enrollamiento de las hojas (Ferreyros, 1983).

3.11. Cosecha

Para iniciar la cosecha se debe observar que el 60% de las flores deben estar abiertas, frondosas y grandes, dejando las flores más pequeñas las cuales deben ser reservadas para la siguiente paña (Figuras 14, 15 y 16).



Figura 14. Evaluación de campo para programación de cosecha de “marigold”



Figura 15. Evaluación de una plantación de marigold al inicio de la cosecha de flores, en el valle de Virú.



Figura 16. Campo en plena cosecha manual, supervisando que las flores extraídas estén completamente abiertas.

3.12. Experimento para la evaluación de nemátodos

Uno de los factores más limitantes en la producción de las cosechas en el valle de Virú lo constituyen los fitonematodos, por tal razón se instaló un experimento de observación para determinar la ocurrencia poblacional de estas especies antes y después de la siembra del cultivo de marigold. Las muestras fueron enviadas y analizadas por el laboratorio J.A. y consultores, utilizando la siguiente escala de evaluación:

Cuadro 1. Escala utilizada en la evaluación de nemátodos antes y de la siembra con marigold.

Valor de la escala	Grado de infestación
0 Especímenes	Infestación Nula
01 – 25 Especímenes	Infestación Ligera
26 – 50 Especímenes	Infestación Regular
51 – 75 Especímenes	Infestación Fuerte
76 a más Especímenes	infestación Muy Fuerte

Se utilizaron dos tratamientos constituidos por un campo con rastrojo de tomate y otro en descanso. El área experimental fue dividido en cuatro partes proporcionales de un cuarto de ha. cada una, de las cuales se tomaron diez muestras al azar antes y después de la siembra de marigold.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones correspondientes a las cuatro subparcelas, cuyo promedio se obtuvo de la evaluación diez muestras por tratamiento.

Se realizó el análisis de varianza para determinar la significación estadística entre las poblaciones de nemátodos antes y después de la siembra de marigold con el 5%

de error, la comparación de medias para determinar la especie predominante y el efecto de los exudados radiculares de marigold se realizó con la prueba de Tuckey al 5 %.

3.13. Manejo post cosecha para la producción de harina de marigold

3.13.1. Recepción y almacenamiento

El proceso productivo se inicia una vez que las Plantas han recepcionado la flor fresca, la cual ha sido transportada desde los campos de cultivo en sacos de malla o a granel y en camiones tolva, con la información correspondiente y cantidad por parte del encargado de cosecha y transporte (Figuras 17, 18 y 19).

En la planta, el laboratorio de control de calidad se encarga de realizar un primer análisis a la materia prima, para determinar la condición de ésta, y posteriormente verifica la calidad y parámetros operacionales del proceso, hasta la obtención de la harina.

La flor recibida es revisada minuciosamente para establecer su grado de frescura y pureza, es decir, que no traiga flor quemada ni material extraño como piedras, rastrojos , etc. o que haya sido humedecida adrede para que gane peso. Las flores secas o quemadas pueden deberse entre otros a motivos como: alta incidencia de alternariosis, haberse sobremadurado en campo y no ser recogida oportunamente.



Figura 17. Envío de flores de “marigold” a granel y en bolsas de malla para su procesamiento en fábrica..



Figura 18. Aplicación de antioxidante en flor de “marigold” recepcionada



Figura 19. Descarga de flor de “marigold” en patio de fábrica para su procesamiento.

Luego de colocarse la flor fresca en los patios, se procede a aplicar un antioxidante (Xanthoquin) y se cubre con una manta de plástico de color negro.

La flor recibida en patio sufre un proceso de deshidratación natural y maceración por un tiempo aproximado de 20 días, durante el cual se fija la pigmentación. Los jugos excretados naturalmente tienen reacción ácida y son conducidos a través de canales a unas pozas de las cuales se bombea a tanques cisternas que se encargan de asperjar en zonas o caminos polvorientos para mejorar sus estructuras superficiales.

3.13.2. Prensado

Esta etapa corresponde a un proceso de estrujamiento o prensado mecánico de la flor proveniente del patio de deshidratación natural, la cual proporciona el Licor de Prensa, que corresponde a la fase líquida y la Torta o Pulpa de Prensa, que es una masa más sólida. Esta fase no afecta directamente la calidad biológica, bioquímica de los productos.

Las prensas son equipos mecánicos conformados por una cavidad central, donde van alojados uno o dos tornillos helicoidales de paso creciente, y que a su vez están rodeados de una pared ranurada o con perforaciones. La flor es fuertemente comprimida por los tornillos, escurriendo un licor a través de las rejillas, y una masa más sólida o torta por el extremo.

El licor de prensa es conducido hacia las mismas pozas que almacenan los jugos excretados naturalmente, referidos en el proceso anterior.

3.13.3 Desmenuzado

El flujo “Torta de Prensa” es transportado hacia un desmenuzador o molino de martillo, el cual la golpea fuertemente, disgregándola y facilitando el mezclado posterior con concentrado y secado.

3.13.4. Secado

La torta mezclada y homogenizada con concentrado es distribuida uniformemente en una primera etapa de secadores a tubo, éstos son cilindros de gran diámetro en cuyo interior disponen de una serie de tubos longitudinales calefaccionados con vapor. Luego pasa a la segunda fase compuesta por secadores rotadiscos.

- A medida que avanza la torta por el interior del equipo que está en rotación, es calentada por contacto con los tubos y, secada uniformemente hasta ser descargada por un extremo.
- Desde este punto la harina a humedad intermedia va a la segunda etapa de secado, de donde sale a la humedad final especificada.

- Por su parte, los secadores rotadiscos son cilindros de menor tamaño en cuyo interior gira un eje que está formado por una serie de discos huecos paralelos, por los cuales circula vapor, que secan por contacto la harina.
- Para lograr un óptimo resultado del proceso el Laboratorio de Control de Calidad se preocupa de tomar muestras para analizar la humedad de éstas. Si ésta resulta alta, la harina se separa inmediatamente y se vuelve a procesar. En caso contrario, se humedece o se mezcla con concentrado para su reproceso.
- Según parámetros internacionales, la humedad ideal de la harina al final del proceso, no debe sobrepasar el 10% de agua, ni debe bajar del 6%. Si es inferior, significa que se ha recalentado, y su calidad pigmentante, nutritiva y proteica se ha alterado. Por el contrario, si está demasiado húmeda, no se puede vender y además puede desarrollar hongos y otras bacterias.

3.13.5. Enfriamiento

Después del secado la harina sale con la humedad deseada, pero a una temperatura no conveniente para ser envasada inmediatamente. Por ello se ingresa a un equipo denominado enfriador, éste es un cilindro en cuyo interior gira un eje con paletas radiales que agitan y hacen avanzar la harina, la que se enfría con un gran flujo de aire que circula a contracorriente impulsado por un ventilador.

Por lo general, la harina de flor de marigold sufre la oxidación de sus grasas, por ser un producto higroscópico (absorción de humedad) y absorbe oxígeno. Para evitarlo, el producto es envasado frío y se le agrega un antioxidante, la Etoxiquina (Xanthoquin) es el compuesto químico utilizado el cual inhibe el poder oxidante de las grasas.

3.13.6. Molienda

Para cumplir con los estándares internacionales de calidad, la harina es molida finamente en equipos denominados molinos a martillos. Luego se le agrega cierta cantidad de antioxidante con un dosificador. La Organización Marítima Internacional (IMO) exige desde 1973 a los países suscriptores del acuerdo sobre las normas para el transporte marítimo de mercaderías peligrosas, que agregen antioxidantes a la harina de marigold.

3.13.7. Ensaque

Una vez agregado el antioxidante, la harina pasa a la etapa de ensaque, en ésta se introduce el producto en sacos de polietileno de color negro de 25 Kg de capacidad.

En esta etapa es muy importante la participación del Laboratorio de Control de calidad, ya que extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis de humedad, xantofila y otros que permiten caracterizar y clasificar la harina de acuerdo a las calidades definidas. Además, los Surveysours o Instituciones como SGS, y otros, toman las muestras respectivas para examinar las harinas y declararlas aptas para la exportación.

3.13.8. Harina de marigold

La Food and Drug Administration (FDA) indica que la harina de marigold proviene de los pétalos de la flor de marigold deshidratada y molida; mezclada con un antioxidante (Ethoxyquin) cuyo contenido no debe ser mayor de 0.3 %. Según Guenther (1973), el contenido de xantofila en la harina varía de 6 mil a 10 mil partes por millón (ppm). La harina de marigold bruta contiene gran cantidad de ésteres con enlaces resistentes que no permiten que el organismo animal pueda saponificarlo totalmente; por esta razón es tratada con hidróxido de sodio, la cual puede durar un año a temperatura

ambiente en almacén, aún cuando se produce una baja de xantofila en 20% más o menos. El proceso para la obtención de harina se presenta en las figuras 20, 21 y 22. Las flores cosechadas se almacenan por espacio de 8 a 12 días, protegiéndolas del sol y evitando el excesivo contacto con el aire. En este lapso de tiempo se produce una maceración enzimática la cual ayuda en la actividad pigmentante.

Se extrae parte del agua mecánicamente, mediante prensas de tornillos y luego la flor prensada se deshidrata con aire caliente, hasta alcanzar 10% de humedad. El secado debe ser rápido para que la parte sólida de la flor no pase de 60° C evitando la degradación de los pigmentos.

La flor seca es molida hasta convertirla en harina (mesh 40), se adiciona antioxidante y se envasa en bolsas de polietileno herméticamente. Teniendo en cuenta que las partículas de harina tendrán mayor superficie de contacto con el aire, los pigmentos comenzarán a degradarse rápidamente si no se tienen los cuidados adecuados (Flores, 1996).

Una de las fuentes auxiliares de carotenoides más ampliamente usadas son los pétalos florales de marigold, los cuales son intensamente amarillos y contienen hasta 2 mil ppm de carotenoides. Típicamente los pétalos son molturados y vendidos como una harina finamente molida. Los carotenoides purificados son estabilizados para prevenir la oxidación e isomerización y son vendidos en forma microencapsulada dando buena dispersión cuando se adicionan a las dietas (Bauernfeind, 1981).

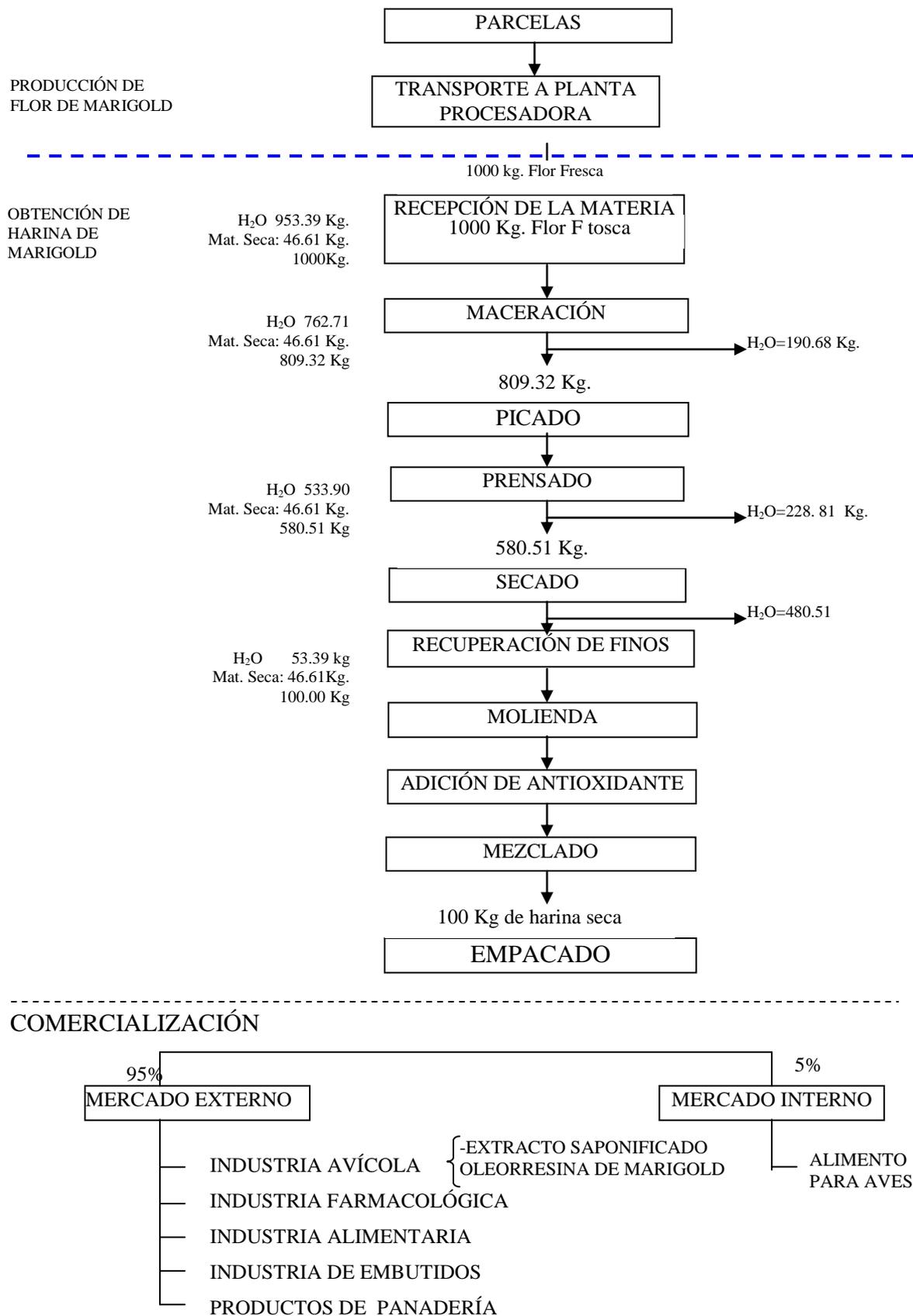


Figura 20. Balance de materiales para la producción de harina y oleorresina de flores de “marigold”.

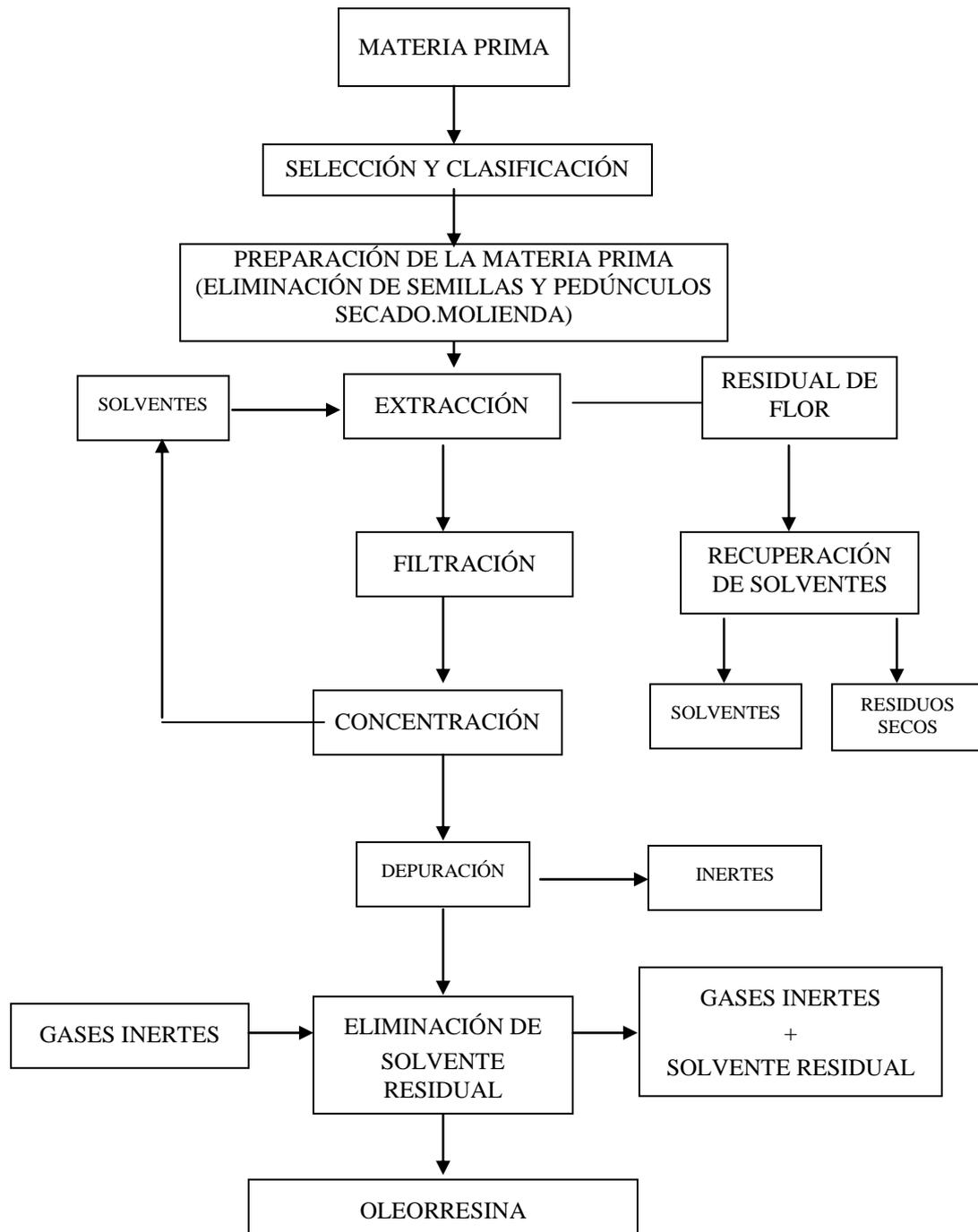


Figura 21. Diagrama de bloques para la obtención de la oleoresina
 Fuente: www.kalsec.com/es/products/paprika_faq.cfm

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Biología del Cultivo

El origen de esta planta aún es incierto pues se le atribuye diferentes orígenes, probablemente debido a que en sus inicios, el cultivo se expandió desde su verdadero centro de origen hacia otros lugares, afirmándose que es nativa de Norteamérica (Gilman, 1999; Bazalar, 1995; Serrato, 2004; Neher, 1968; Ferreyros, 1983; y Burpee, 1979).

De otro lado, no existe acuerdo sobre la familia a la que pertenece el marigold, aun cuando la mayoría de botánicos coinciden en que pertenece a la familia asteraceae, y muy pocos con la compositae; tal como lo afirman Bazalar (1995), Russ y Polomsky (1999). Esto, probablemente, por la diversidad de orígenes atribuidos a esta especie. En este mismo sentido, existe una diversidad de tipos, cultivares y variedades, que toman distintas denominaciones, respecto a esta planta (Flores y Lazo, 1996).

El marigold desarrolla caracteres botánicos que son una manifestación de su propia genealogía; sin embargo, también responde a la interacción con el hábitat natural en donde es cultivado, como lo afirma Styer (1981). Así se tiene especies enanas o altas, por la longitud de su tallo; hojas perfumadas agradables o de olor desagradable como el cultivar africana; flores variopintos y frutos de aquenios poliformes (Sagástegui, 2004 y Ferraro, 1955).

4.2. Ventajas y limitaciones del cultivo

4.2.1. Ventajas comparativas

El cultivo de esta planta se adapta a las condiciones climáticas costeras del Perú, caracterizándose por el alto prendimiento de los plantines al transplante, con altos rendimientos de cosecha. Es una planta trampa que atrae y mata los nemátodos del suelo.

4.2.2. Ventajas competitivas

La producción de harina de flores se ajusta a las fluctuaciones crecientes de la demanda por los pigmentos naturales. Es un cultivo altamente social por el gran número de jornales que demanda su manejo por hectárea, 8 jornales durante la siembra y 120 durante la cosecha y 25 jornales en labores culturales; con un mínimo capital para la instalación del cultivo y de tres mil soles para su manejo y cosecha.

4.2.3. Limitaciones del cultivo

Entre las principales limitaciones que presenta este cultivo se consideran al empobrecimiento del suelo y servir de hospedero de insectos plaga, los cuales se diseminan a los cultivos aledaños como el esparrago. El uso de semilla importada eleva los costos de producción teniendo como principal competidor al colorante de maíz amarillo duro. Así mismo, existe un comportamiento fluctuante de precios en las exportaciones de harina.

4.3. Manejo Post Cosecha

El manejo post cosecha es de singular importancia en el agronegocio del marigold, en la medida que hay que controlar con eficacia los efectos de la luz y los cambios de temperatura. Los pigmentos de la flor son fotosensibles y termolábiles. (Serrato, 2004; Tirado, 1991, Avila, 1990; Delgado, 1997; Fletcher, 1986; Bauernfeind, 1981).

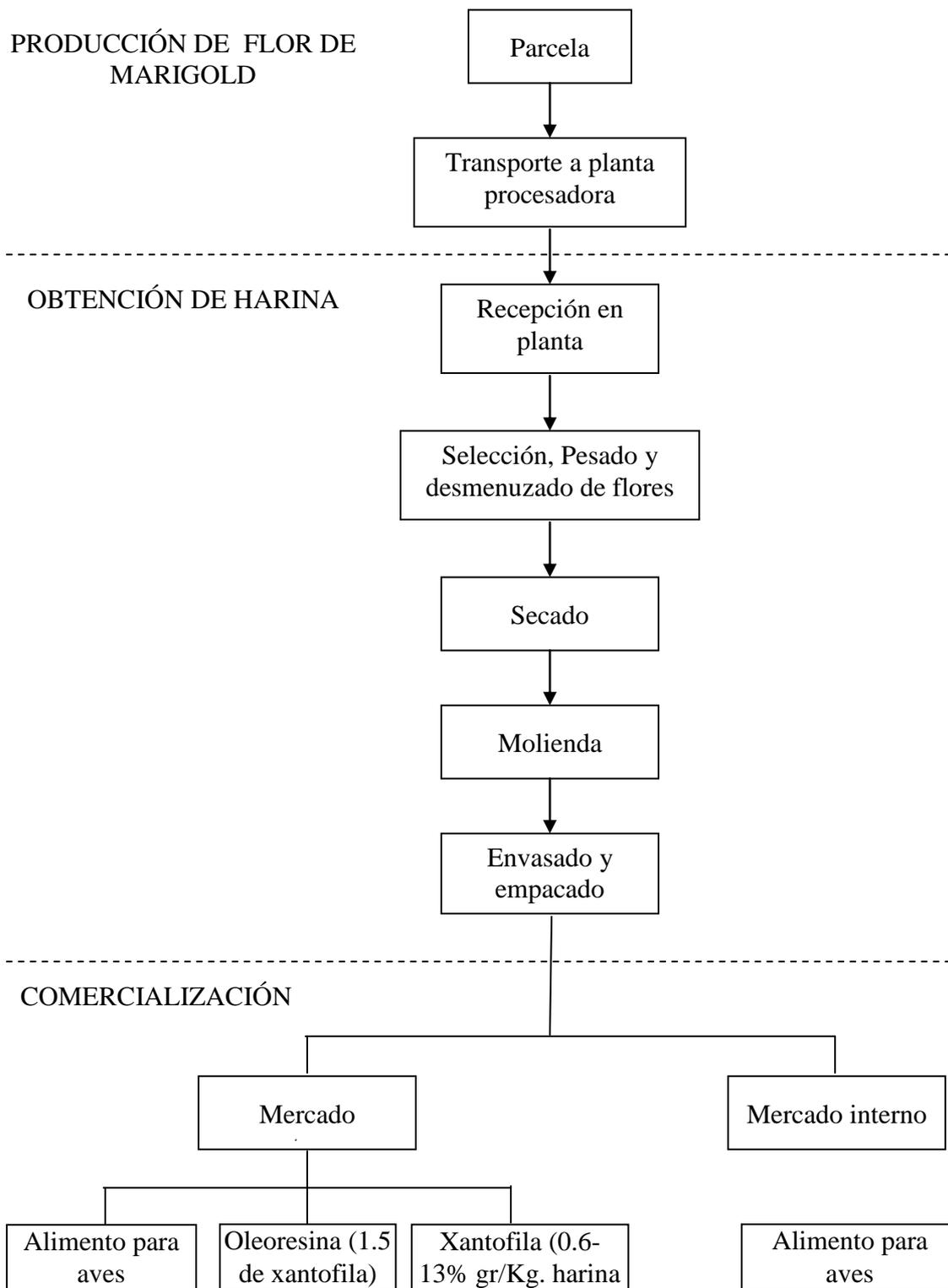


Figura 22. Diagrama del proceso de transformación y comercialización de la harina de marigold.

4.4. Producción de oleoresina de marigold

El aceite esencial de las flores de *Tagetes* posee propiedad antioxidante, caracterizado por un olor amargo y aroma penetrante, tornándose más fuerte cuando se combina con otras esencias, siendo muy empleado como perfume floral para repeler los insectos domésticos. En sus flores se identificaron 18 aceites esenciales, siendo los principales componentes el β -cariofileno, limoneno, metileugenol, E-ocimeno, piperitono, piperitenono e terpinoleno (Krisna, A. et. al., 2004; Gutierrez et al., 2006). La presencia de α -tertienil en pétalos de *Tagetes*, fue confirmada por Lawrence (1985), Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Composición química del aceite esencial de flores de *Tagetes*.

Composición	Porcentaje
Compound	3.8
Citronellol	1.0
β -Cazyophyllene	15.2
Caryophyllene oxide	2.3
Geraniol	0.9
Indole	1.8
Linalcol	4.6
Limonene	11.7
Methyleugenol	12.3
(E)-Ocimene	13.7
Piperetone	19.2
Piperitenone	8.1
α -Terpinolene	11.9
Thujone	2.7
n-Tridente	0.5
Umbellulone	4.3
n-Undecane	1.7
Verbenone	trazas

Fuente: Lawrence (1985).

La oleorresina de marigold es un extracto natural que se obtiene de las flores de *Tagetes* mediante solventes como el hexano a partir de la harina peletizada, a la cual se adiciona antioxidantes para el envasado hermético en cilindros (Flores, 1996). Es

recomendada para el uso en el procesamiento de alimentos, para proporcionar una coloración amarilla natural en margarinas y otros productos oleosos (Bazalar, 1995).

La oleoresina es uno de los colorantes orgánicos naturales permitido para su uso alimentario por las diferentes normativas de cada país. Existen dos tipos de oleoresina: oleoresina soluble en aceite o liposoluble y oleoresina soluble en agua o hidrosoluble. La primera es la oleoresina en su estado puro, resultante del proceso de extracción. Está preparada para su uso con otras materias oleosas o grasas. Se suministra en graduaciones de color que van desde las 40 mil a las 180 mil unidades de color. La segunda, se extrae mediante la incorporación de un polisorbato vegetal. El uso de este tipo de oleoresina está especialmente indicado en la industria alimentaria, para la elaboración de sopas, bebidas, conservas, etc. Se suministra en graduaciones de color que van desde las 30 mil a las 80 mil unidades de color (Bazalar, 1995).

El marigold también se industrializa en forma de oleoresina o extracto que puede mezclarse con aceite vegetal comestible y adicionársele el antioxidante Ethoxiquin en no más de 0.3%, utilizándose en mezclas con harina de soya o harina de maíz (Bazalar, 1995). El extracto generalmente contiene 1.5% de xantofila y sus propiedades se muestran en el cuadro 3.

Cuadro N° 3. Propiedades del extracto de oleoresina de marigol

PROPIEDADES	ESPECIFICACIONES
Punto de Fusión	535°C-550°C
Índice de Yodo	132-145
Índice de Saponificación	75-200
Índice de Acidéz	0.60-1.20
Materia Insaponificable	23%-27%
Residuos de Hexano	No más de 25 ppm

Fuente: Viza, C. y Neira, E.: Potenciales de usos de marigold, 1993.

En el cuadro 4, se presentan las especificaciones técnicas más importantes de la oleorresina de marigold.

Cuadro 4. Especificaciones Físicas y Químicas de la oleorresina de marigold

ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Xantofilas totales	100 a 120 gr/kg mínimo
% de humedad	2.5 máximo
Densidad	0.93 a 0.96 gr/cc
Punto de fusión	53.50 a 55.00 °C
Empaque	Cubeta con 15 kg netos
Vida de Anaquel	1 año mínimo
ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS	
Cuenta total	100,000 col/gr máximo
Coliformes	500 col/gr máximo
Hongos y levadura	500 col/gr máximo
E. coli	Libre de
Salmonella	Libre de

Fuente: Guethner (1973).

El proceso tecnológico tipo batch o intermitente permite obtener la oleorresina de marigold a partir de la harina, empleando solventes permitidos, bajas temperaturas de extracción y procesos de concentración al vacío. La harina de marigold debe tener una granulometría y humedad adecuada. Esta materia prima acondicionada es sometida a la acción del solvente “extractante”, lográndose una extracción selectiva, rápida y eficiente de la materia colorante de las flores del marigold. La miscela resultante es filtrada con el objeto de eliminar la presencia de sólidos inertes, para proceder a su concentración y recuperación final del solvente, que deberá ser reactivado y empleado nuevamente (Guethner, et al. 1973).

4.5. El marigold en el control de nemátodos

4.5.1. Uso del Cultivo de Marigold para el Control de Nemátodos

Las especies *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, son de mayor incidencia en los campos de cultivo intensivo costeros, en la medida que éstos permiten la mayor proliferación de nemátodos en el suelo; lo cual concuerda con lo indicado por (Ferreiros, 1983; Martowo, 1987; Suárez, 2000; RAAA, 2006; Generalitat, 2002; Oostembrink, 1957).

Con la siembra del marigold la población de estas especies de nemátodos disminuye significativamente, tal como lo demuestran los resultados de la experiencia en Virú, llevada a cabo en un período de 5 meses; puesto que son necesarios tres meses de mantenimiento mínimo, para que el cultivo de marigold ejerza control efectivo sobre los nematodos; en esto coinciden Martowo (1987); Suárez (2000); RAAA (2006); Murga (1997); Oostembrink (1957) y Visser (1959).

De otro lado, comparando la alternativa del cultivo agroecológico del marigold, frente al cultivo tradicional, el control de nemátodos fue más efectivo por el marigold, usado en rotación de cultivos con solanáceas y cucurbitáceas (RAAA, 2006). Asimismo, la fertilización orgánica del cultivo de marigold permite la disminución de la población de nemátodos en el suelo, de manera sinérgica con la acción misma del cultivo Aballay (2000); Ortuño (2000) y Oostembrink (1957).

Trabajos realizados por Reynolds et al. (2000) muestran la viabilidad de hacer rotaciones de cultivos con *Tagetes* para el control de nemátodos en el suelo, sustituyendo al sistema tradicional de fumigación. La densidad de poblaciones de *Pratylenchus penetrans* Cobb fueron reducidas después de 45 días de la siembra de *Tagetes* con distanciamientos de 20cm entre plantas, en siembras posteriores al cultivo de tabaco. Según Ball-Coelho et al. (2003), las poblaciones de ese nemátodo también fueron

minimizadas por la rotación del cultivo con el huésped represivo Tagetes, en plantaciones de maicillo y sorgo forrajero.

La asociación de Tagetes y berenjena en suelos infestado con el nematodo *M. javanica* resultó mejor en el crecimiento de berenjena y en la reducción de la población de ese nematodo en más de 40%, de acuerdo con los resultados obtenidos por Dhangar et al. (1995).

Experimentos realizados por Zavaleta-Mejia y Gomez, (1995); Zavaleta – Mejía, (1999) estudiando los efectos de épocas de siembra y dos distanciamientos en la asociación de tomate con Tagetes y su influencia sobre plagas y enfermedades de tomate, verificaron que todos los tratamientos asociados, independiente de la fecha de siembra de Tapetes y del distanciamiento, mostraron una reducción de la infestación de las raíces de tomate por el nematodo *Nacobbus avernas* en relación al tomate sembrado aislado.

Plantaciones intercaladas con Tagetes, fueron evaluadas contra el nematodo *Meloidogyne incognita* infectando plantas de frejol caupí. Los resultados mostraron que todos los tratamientos redujeron significativamente el nemátodo de la agalla, número de huevos de hembras y aumentó el crecimiento de las plantas de frejol caupí (El-Gindi et al., 2005).

Se ha demostrado que numerosas variedades de *Tagetes erecta* y *T. patula* reducían la población de ciertas especies de nemátodos que atacan a la raíz, tales como *Pratylenchus*, *Tylenchorchynchus* y *Rotylenchus*. El efecto de los marigoles sobre *Pratylenchus* parece deberse a la acción nematicida de las raíces de la planta en crecimiento, que secretan alfa Terhienil. En estudios posteriores, se reportó que estas dos especies de marigold disminuían considerablemente las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* y *Meloidogyne javanica* en el suelo de té (*Camellia sinensis*). El cultivo de

marigold reducía la presencia de nemátodos con mayor rapidez y eficacia que si se mantenía el suelo de té en barbecho (Oostembrink, 1957; Visser, 1959).

En el cuadro 5 se muestran los resultados del análisis nematológico realizado antes de la siembra de marigold.

Cuadro 5. Resultados del análisis nematológico realizado antes de la siembra de marigold.

NEMÁTODOS REGISTRADOS	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR 100 CC				
	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	Promedio
Meloidogyne	10	12	21	34	19
Pratylenchus	14	21	45	54	33.5
Tylenchus	25	04	00	12	10
Rotylenchus	00	79	16	00	23.7
Helycotylenchus	00	08	02	00	2.5
Criconemoides	00	04	02	00	1.5
Aphelenchus	04	05	00	00	2.25

Se puede observar que *Pratylenchus*, *Rotylenchus* y *Meloidogyne*, son las especies de mayor incidencia en el campo de cultivo, lo cual concuerda con lo indicado por Ferreyros, 1983; Martowo, 1987, Suarez, 2000; RAAA, 2006; Generalitat, 2002, Oostembrink, 1957; Visser, 1959.

La instalación del cultivo se realizó en cada una de las parcelas del campo experimental, iniciándose la cosecha a los 65 días de la siembra. A partir de ello, las cosechas se hicieron cada 15 días, durante 5 períodos.

Una vez realizada la última cosecha (5ta. paña) se procedió a muestrear nuevamente el suelo, de la misma forma que antes de la siembra, con la finalidad de evaluar nemátodos.

En el cuadro 6 se muestran los resultados del análisis nematológico después de la siembra, los mismos que indican la menor presencia de *Meloidogyne*; sin embargo las especies *Rotylenchus* y *Apelenchus*, incrementaron su incidencia. Estos resultados permiten inferir que el marigold muestra un control específico para *Meloidogyne*.

Cuadro 6. Resultados del análisis nematológico realizado después de la siembra de marigold

NEMÁTODOS REGISTRADOS	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR 100 CC				
	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	Promedio
<i>Meloidogyne</i>	08	00	00	00	2
<i>Pratylenchus</i>	24	58	52	06	35
<i>Tylenchus</i>	10	18	20	10	15
<i>Rotylenchus</i>	00	00	180	650	208
<i>Helycotylenchus</i>	08	00	04	02	3.5
<i>Criconemoides</i>	38	50	16	02	26.5
<i>Aphelenchus</i>	08	08	10	06	8

4.5.2. Efecto antagónico contra nemátodos

Muchos compuestos presentan un marcado efecto antagónico al nemátodo *Pratylenchus penetrans*, atribuyéndose ese efecto a compuestos nematicidas encontrados en las raíces de esta planta. De los resultados obtenidos por Gommers e Voorin'T Holt (1976) de 150 compuestos, 70 fueron antagónicos al nematodo *P. penetrans*. La especie *Tagetes* es la más estudiada, siendo particularmente eficiente en el control del nemátodo *Pratylenchus* sp. y *Meloidogyne* sp., y también en el control de otros nemátodos (Ferraz & Valle, 1997).

El control biológico de plagas es una práctica cada vez más difundida y una de las formas es a través de plantas trampa, sobre todo para el control de nemátodos. Se

usa plantas en cuyas raíces entran los nematodos pero no pueden sobrevivir o poner sus huevos en ellas, trayendo como resultado la reducción de las poblaciones de nemátodos. Las plantas más conocidas son la papa amarga y las del género *Tagetes*. Cultivar la papa amarga durante un año puede reducir la población de nemátodos del quiste en un 80%. Otras plantas trampa son la leguminosa *Crotalaria spectabilis*, que además puede ser utilizada como abono verde, y la mashua (*Tropalum spectabilis*) (Clulow, 1994).

La acción antagónica del marigold sobre los nematodos fitoparásitos se debe a los exudados radiculares que secreta, los cuales son tóxicos para estos microparásitos debido principalmente a la presencia de alfa tertenilo y otros derivados tiofénicos. Algunas crucíferas como rabanito, nabo, espárrago, crotalaria, etc. entre otras, también exudan sustancias nematóxicas (Aballay, 2000).

La eficiencia de *Tagetes spp* para controlar fitonemátodos es indicada por muchos investigadores, sobre todo contra especies de nemátodos *Pratylenchus* y *Meloidogyne*; sin embargo, algunas variedades de *Tagetes* han sido reportadas como ineficientes en el control de algunos nemátodos como *Criconemella xenoplax*, *C. mutabile*, *Rotylenchus robustus*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Tylanchulus semipenetrans* y otros. *Tagetes patula*, *T. erecta* y *T. minuta*, son las tres especies más utilizadas en el control de nematodos, siendo *T. patula* la que se muestra más eficiente. Estas plantas son utilizadas en la rotación de cultivos resultando efectivas en las asociaciones: pimiento -*T. patula* o pimiento- crotalaria reduciendo la reproducción de *Meloidogyne spp.* (Martowo, 1987).

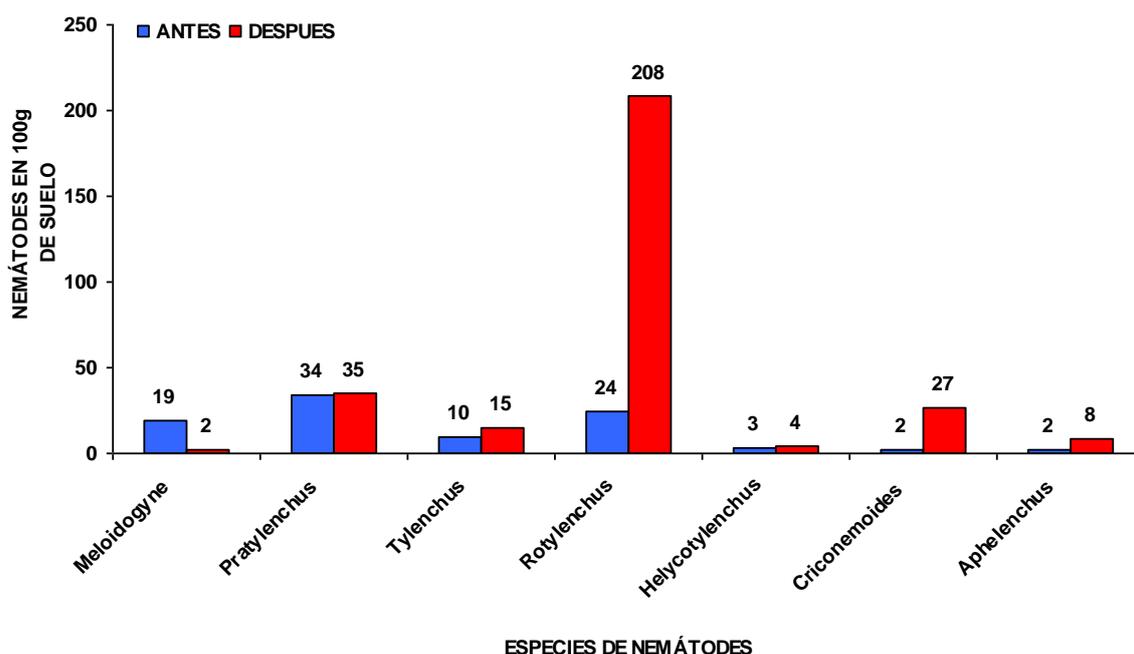


Figura 23. Proporción de nemátodos evaluados antes y después de la siembra de “marigold”.

Las densidades poblacionales de los géneros *Criconemoides* y *Tylenchus* se incrementaron considerablemente después de la siembra de marigold, lo cual también es reportado por Murga (2007), pero también se encontró un gran incremento poblacional del género *Rotylenchus*, cual podría deberse a que *Tagetes erecta* esté ejerciendo algún efecto antagónico sobre las poblaciones de los géneros hallados.

4.5.3 Toxicidad de *Tagetes* en insectos dañinos a la salud

La evaluación de la fitotoxicidad de *Tagetes* fue constatada por Sharma y Saxena (1994) en *Anopheles stephensi*. Según Singh et al. (1987), encontraron un extracto tóxico contra la larva en segundo y cuarto estadio larval. Estos resultados tuvieron un efecto significativo sobre la mortalidad y redujeron la proliferación del vector.

En pruebas de toxicidad del extracto de Tagetes conteniendo α -tertienil para larvas del mosquito (*Culex tritaeniorhynchus*) mostraron que la exposición de esa larva al extracto de las flores, en presencia de luz, generaron un alto nivel de actividad y ninguna toxicidad en ausencia de luz (Singh et al., 1987).

4.6. Evolución del Manejo Agronómico

En términos generales, el cultivo necesita de adecuadas preparaciones de almácigo y terreno definitivo (Ferreyros, 1983; Baquerizo, 1988). Para la siembra se utiliza semilla autorizada, pues en nuestro país no se produce aún semilla certificada, que coincide con lo manifestado por Blume (1992); Ovotivias (1985). La tecnología utilizada para el trasplante, así como para las demás labores culturales, ha ido progresando de acuerdo a las necesidades del cultivo, los estándares de calidad y la optimización de la producción, desde una tecnología propia de la zona hasta una tecnología media, en la región norte costera del Perú (Bazalar, 1995; Ferreyros, 1983; Boletín técnico, 1985). Los controles fitosanitarios son sistemáticos y rigurosos, así como la fertilización exigente. Es atacado por alrededor de 20 insectos-plaga, y un menor número de enfermedades, (Ferreyros, 1983).

En términos medios, el cultivo tiene un período vegetativo de 100 días, desde la siembra a la cosecha, produciendo, en promedio, 20 ton/ha, aunque hay agricultores que alcanzan las 30 toneladas/ha.

4.6.1. Fertilización y control de malezas

Para su desarrollo y floración es requerido el elemento fósforo. El nitrógeno debe ser aplicado dos o tres veces durante su ciclo vegetativo, con abonamientos fraccionados mensualmente (Medina y Bemiller, 1993; Gilman; Howe, 1999). Según

Gilman e Howe (1999) el exceso de nitrógeno o sombreadamiento da origen a plantas frondosas y con exceso de follaje y pocas flores.

Los deshierbos deben ser frecuentes. El control de malezas es aconsejable hasta el cierre del cultivo, dado que ningún herbicida ha sido registrado para uso en Tagetes por utilizarse directamente en la alimentación de gallinas (Gilman; Howe, 1999).

4.6.2. Riegos

Las plantas de tagetes permanecen con sus flores firmes y turgentes durante todo el verano calido de Florida (EUA), si se riega regularmente. El exceso de agua en el suelo puede causar disminución en la longitud de las raíces (Gilman y Howe, 1999).

4.6.3. Cosecha

En la zona de costa central, las flores son cosechadas manualmente, aproximadamente 60 días después del trasplante. Las siguientes pañas pueden realizarse en intervalos de promedios de 10 días, dependiendo del vigor de la planta y del clima. También las cosechas pueden ser mecanizadas limitando el número de pañas a una, debido a los daños causados a las plantas (Medina y Bemiller, 1993).

Las flores con pétalos negros ocasionados por alternaría o botrytis, no deben ser cosechadas. En esta zona se realizan alrededor de 7 cosechas.

En Piura, la cosecha se realiza a los 60 días pero estas son semanales, llegando hasta un máximo de 8 cosechas o pañas. Cuando la recolección se inicia tempranamente se consigue mayor número de cosechas o manos y por tanto, mayor producción. Conforme avanzan las cosechas, las flores disminuyen en tamaño. La primera y segunda mano corresponden a flores de mejor calidad. En el verano los rendimientos

llegan a 25 t.ha⁻¹, y en otoño a 15 a 18 t.ha⁻¹. En Piura se han obtenido rendimientos de 30 t.ha⁻¹. El período vegetativo es de 4 meses (Bazalar, 1995).

4.7. Otras perspectivas del uso del cultivo del marigold

El marigold se constituye en un producto bandera, por sus múltiples usos en la agroindustria de los alimentos, como suplemento dietético en fórmulas antioxidantes, por sí sola, o en combinación con otros ingredientes; así también como colorante natural de la mantequilla o como sucedáneo del azafrán, lociones cosméticas, champúes y cremas (Ferreyros, 1983 y Young et. al, 2001). Además tiene uso medicinal, pues es especialmente indicado a personas con problemas hepáticos (Serrato, 2004; Chi Manzanero, 2002).

Otro aspecto importante es el referido a que el marigold se ha convertido recientemente en un producto altamente cotizado en el mercado internacional, debido principalmente a los grandes volúmenes requeridos por la industria avícola (Serrato, 2004; Sunad 2000). De todos los grupos de productos exportados por nuestro país, el grupo de los pigmentos, a partir del marigold, se presentan como uno de los más prometedores en el mercado mundial, constituyéndose en una fuente importante de generación de divisas para el Perú (Sunad, 2000).

Finalmente, el cultivo agroecológico del marigold constituye una gran alternativa de uso, en la medida que los productos de su transformación son menos nocivos a la salud humana y animal, y porque permite tener una mayor rentabilidad económica y ambiental (RAAA, 2006).

Los resultados obtenidos por Ríos (2006) en el sector Quirihuac determinaron que el abonamiento orgánico del marigold, con guano de la isla, tiene efecto significativo en la producción y contenido de xantofila de sus flores.

4.7.1. Uso de colorantes

La promoción del uso y la demanda de colorantes que contengan sustancias naturales no sintéticas especialmente si son usadas como aditivos en nuestros alimentos, hacen que se considere como una alternativa de solución para el desarrollo socioeconómico de la población peruana por su gran demanda internacional y la tendencia cada vez mayor hacia el uso de productos inocuos.

La mayor solubilidad de ésteres de luteína de los aceites vegetales, comparados a los carotenoides sintéticos, es un factor favorable para el uso de estos compuestos como colorantes de alimentos (Philip; Berry, 1975). Además de esto, la luteína es un colorante de alimentos aprobado por la Unión Europea (Philip y Berry, 1975).

Los carotenoides no son sintetizados *de novo* por las gallinas, pero son asimilados a partir de las plantas en su dieta (Tyczkowski y Hamilton., 1987).

4.7.2. En la industria avícola

La industria avícola ha respondido a la demanda de harina y oleorresina de flor de marigold mediante el desarrollo de productos de alta conveniencia tanto en el precio como en la diversidad del producto. Para garantizar la calidad del producto se han realizado diversas investigaciones sobre la óptima pigmentación de la carne de ave de corral, con la finalidad de sustituir los pigmentos artificiales debido a su comprobada relación con problemas cancerígenos. En países desarrollados se han aprobado estrictas normas que prohíben el uso de pigmentos sintéticos.

La oleorresina elaborada a partir de flores de marigold constituye una fuente natural y atóxica de pigmentos del tipo xantofila, de un poder de pigmentación superior al de otras fuentes que puede ser asimilada más eficientemente por el organismo animal. . Según información proporcionada en la Asociación Peruana de Avicultura (APA) y la

FDA señalan que las dos únicas fuentes de pigmentos en el alimento balanceado para aves de corral son el maíz y los derivados del marigold (Portal agrario, MINAG 2004).

4.7.3. En la producción orgánica de plantas

En agricultura orgánica las plantas de marigold se pueden utilizar en las más variadas formas (Serrato, 2004). De *T. erecta* y *T. patula* se extrae abono orgánico para la tierra de cultivo, no sólo para mejorar la calidad del suelo, sino también para controlar nematodos en los cultivos de piña, fresa, papa, gladiolo y en general en áreas hortícolas y florícolas afectadas por ese tipo de plagas. También se pueden aplicar extractos acuosos y polvos de diferentes partes de la planta (raíces, tallos y hojas, inflorescencias o toda la planta) para repeler o matar insectos y como nematicida o nematostático, según sea el caso, para cultivos en pie o para granos almacenados. La planta presenta piretrinas y tiofenos, que son las sustancias vegetales responsables de los efectos contra insectos y larvas, respectivamente. La rotación de maíz con marigold en tierras templadas con antecedentes de plagas en el suelo, como la gallina ciega abate drásticamente las poblaciones de este insecto, presentandose como una alternativa importante para las áreas maiceras con similares condiciones ambientales. En otros casos, la rotación de cultivos con *Tagetes spp*, o tan sólo su intercalación constituyen estrategias efectivas para controlar nemátodos. En asociación con otros cultivos, como el melón, funciona como barrera que atrae insectos por el colorido de las flores. *T. lunulata* y *T. patula* han tenido efectos funguicidas y bactericidas, mediante la aplicación directa de extractos acuosos a cultivos agrícolas (Turner B.L. 1996).

4.7.4. Agroindustrial

La oleorresina puede utilizarse como suplemento dietético en fórmulas antioxidantes sola o en combinación con otros ingredientes; como fortificante y colorante en productos alimenticios, bebidas, fabricación de galletas, caramelos, licores; también como colorante natural de la mantequilla o como sucedáneo del azafrán; también se usa en lociones cosméticas, champúes y cremas (MINAG 2006).

Los derivados son usados en la industria farmacéutica para la elaboración de champúes, y en la industria alimentaria como colorante de, mantequilla, queso, yogurt; el extracto liposoluble se emplea en la industria de los embutidos y en productos de panadería y pastelería. Otras aplicaciones se dan en confitería, postres, bebidas, etc. (MINAG, 2006)

Los principales países destino de exportación de harina de marigold son México y Ecuador; otros países que adquieren en cantidades poco significativas son Japón y EE.UU.

Cuadro 7. Exportaciones de harina de flores de marigold, período 1993-2006

PERIODO (AÑOS)	EXPORTACIONES TOTALES		COTIZACION (US \$ FOB/TM)
	VALOR (MILLONES US \$)	VOLUMEN (TM)	
1993	19.47	9 739.80	2.00
1994	19.28	11 150.4	1.73
1995	13.83	8 730.10	1.58
1996	14.84	7 644.7	1.94
1997	19.91	10 362.8	1.92
1998	10.60	4 644.1	2.28
1999	26.83	12 920.80	2.08
2000	20.15	11 746.30	1.72
2001	10.92	7 380.10	1.48
2002	14.07	9 636.30	1.46
2003	11.56	7 771.70	1.49
2004	9.04	5 263.80	1.72
2005	9.66	5 528.0	1.75
2006	6.06	3 916.10	1.55
2007	1.74	975.20	1.78

Fuente: ADUANET. Elaboración: Agro Data – CEPES.

En el año 2007, la producción se contrajo por el reemplazo de áreas de cultivos que eran más rentables. Debido a la contracción, el Perú se vio en la necesidad de importar materias colorantes de marigold en montos significativos.

4.7.5. Impotancia económica y medicinal

Desde la época prehispánica se han utilizado las plantas de marigold como medicina; las comunidades indígenas y mestizas siguen empleándolas de forma extensa para atacar de los más variados padecimientos; sin embargo, pocas son las evidencias científicas de la efectividad de tales tratamientos medicinales. Sin embargo se tiene información de que *T. tenuifolia* controla enfermedades respiratorias de origen bacteriano;

los aceites de *T. pátula* y de *T. erecta* son efectivos contra infecciones dermatomucosas causadas por hongos y las soluciones acuosas de inflorescencias secas de *T. erecta* se han empleado para atender algunos tipos de úlcera en los ojos (Reporte de Inteligencia Competitiva, 2006; Bazalar, 1995).

Existen numerosos trabajos científicos que reportan la acción de los aceites esenciales de *Tagetes* como repelentes y biocidas contra diferentes especies de mosquitos (Benk et al., 1976).

Las propiedades insecticidas de los aceites esenciales volátiles de *Tagetes*, mostraron alta bioactividad sobre los adultos y larvas de *Aedes aegypti*, transmisor del “dengue” y *Anopheles stephensi*, el aceite esencial más activo con propiedades insecticidas fue localizado en las flores (Vasudevan et al., 1997).

En los últimos años, el interés en sustancias naturales han contribuido para la revalorización del género *Tagetes sp.* como una fuente de colorante natural (Timberlake y Henry, 1986; Barzana et al., 2002) y otros productos activos biológicamente muy interesantes como los aceites esenciales (Piccaglia et al., 1996; Vasuvedan et al., 1997) y tiofenos (Hulst et al., 1989).

Varias especies del género *Tagetes* son conocidas por sus propiedades medicinales y son utilizadas como fuente de compuestos secundarios (Vasuvedan et al., 1997).

Según Ghosh et al., (2004) sus hojas son efectivas contra problemas renales, dolores musculares, úlceras, heridas y dolores de oído. Las hojas trituradas son utilizadas en aplicaciones externas para forúnculos y carbúnculos.

Las flores de algunas especies del género son calmantes, frecuentemente utilizadas en infusiones, contra los dolores reumáticos, los resfriados, la bronquitis y la tos; las raíces y sus semillas son laxantes (Braga, 1960; Correa, 1984; Rocha, 1945) y el té es antiespasmódico, antirreumático y antitusígeno y es también un poderoso colorante: como suplemento alimentario de aves, proporcionando a la yema del huevo una coloración amarilla intensa, preferida por los consumidores (Vasuvedan et al., 1997).

Según el mismo autor, las composiciones de extractos de raíces, hojas y flores varían en concentraciones de thienyls, predominantes en extractos de raíces y terpenoides en flores y aceites de hojas. Los bálsamos de la flor del marigold están especialmente indicados a personas con problemas hepáticos que impidan las síntesis de luteína a partir de zeaxantina.

En India la oleorresina de marigol ha sido enriquecida con luteína, pigmento muy recomendado en los alimentos ya que puede prevenir la formación de cataratas y degeneraciones maculares en los ojos, por lo que la demanda del colorante de marigold elaborado con esta oleorresina es alta en los Estados Unidos (MINAG, 2006).

4.8. Comercialización y usos del “marigold”

Según fuentes del Ministerio de Agricultura (1999) el mercado actual de los pigmentos de “marigold” a nivel mundial no solo demanda productos orientados a la alimentación de animales como aves, peces, crustáceos y consumo humano, sino también de productos que además de tener capacidad nutricional, provocan algún efecto benéfico en la salud humana como anticancerígeno y antioxidante, lo cual asegura la permanencia del “marigold” en el circuito mundial por mucho tiempo. Actualmente, los empresarios mexicanos conservan liderazgo internacional en la industrialización de los pigmentos de esta especie.

4.8.1. Exportaciones

En Perú, las flores de marigold se exportan como harina o como materias colorantes (xantófilas). Ambas formas se han constituido en una importante fuente de ingresos de divisas, pero en los últimos años, la venta al exterior de harina de marigold ha disminuido en contraparte del aumento de las exportaciones de xantofilas (cuadro 8). El principal mercado para harina lo constituye Méjico, con el 90.1% del total exportado, mientras que para la exportación de xantófilas se encuentra más diversificado en Europa y América Latina.

Las exportaciones de harina y oleorresina de marigold se consideran dentro de las estadísticas oficiales como producto de carácter no tradicional. En el año 2007, la producción se contrajo por el reemplazo de áreas de cultivos que eran más rentables.

Los principales países destino de harina de marigold son México y Ecuador. Otros países que lo adquieren pero en cantidades poco significativas, son Japón y EE.UU.

China, México, India y Perú; son los principales productores y exportadores de harina de flores de marigold (Aduanas Perú, 2008). Hasta antes del año 2000, esta especie se cultivaba extensivamente en México, pero recientemente su cultivo se ha reducido por circunstancias socioeconómicas y de productividad (Núñez, 2007).

El Perú exporta harina de marigold, con alto contenido de xantofila: 10g/kg de harina, sin embargo; las variedades que se utilizan para la obtención de pigmentos son los híbridos de cabezuela tipo doble que solamente tienen flores individuales liguladas, como Scarlet, o bien híbridos de cabezuela tipo intermedio (90 a 95% de flores liguladas). El contenido de carotenoides de las variedades industriales es alrededor de 16 g/Kg de harina a partir de inflorescencias frescas, aunque las variedades como Scarlet tienen un potencial de rendimiento de 23 g/kg. (Núñez, 2007).

Cuadro 8. Exportaciones de harina flores y materias colorantes (xantofila) de marigold). Periodos 1999 – 2007.

PRODUCTOS/AÑOS		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Harina de flores de marigold	Volumen (T)	12,920.8	11,746.3	7,380.1	9,636.3	7,771.7	5,263.8	5,528.0	3,916.1	975.2
	Valor FOB (Millones U.S. \$)	26.83	20.15	10.92	14.07	11.56	9.04	9.66	6.06	1.74
Materias colorantes (Xantofila)	Volumen (T)	1,886.4	1,772.7	2,701.0	2,596	2712.7	3,194.9	2,128.0	2,413.7	3,496.30
	Valor FOB (Millones U.S.\$)	8.37	8.09	8.90	8.38	10.09	11.92	6.1	7.73	10.9

Fuente Aduanet Perú 2008.

En relación a las exportaciones de harina de marigold y de materias colorantes (xantofila) durante el período comprendido entre los años 1999 y 2007 (cuadro 8), se observa una disminución en las exportaciones de los volúmenes de harina, y un incremento en materias colorantes. Así mismo se aprecia la misma tendencia en cuanto a valores FOB en las dos categorías. Estos resultados se deben al surgimiento de nuevos cultivos de exportación con mayores precios y rentabilidad.

Los principales países tradicionalmente destino de materias colorantes de marigold son: Italia y México, aunque el año 2007, éste último país fue superado por Portugal, EE.UU, Ecuador y Bélgica.

4.8.2. Importaciones.

Debido a la contracción productiva de los años 2006 y 2007, el Perú se vió en la necesidad de importar materias colorantes de marigold en montos significativos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Importaciones de materias colorantes (Xantófilas) de “marigold”, durante los años 2006 y 2007.

AÑOS	VALOR FOB (dólares) US	Volumen en Kilogramos
2006	944.00	50.15
2007	220,527.82	24,240.00

Fuente: Aduanas Perú, 2008.

4.9. La rentabilidad del cultivo de marigold

En el Perú el marigold se cultiva desde la década del 70, siendo los primeros departamentos productores Ica y Chincha. Posteriormente Piura, y los valles de Chao y Virú. El marigold tiene un rendimiento aproximado de 20 t.ha⁻¹, siendo su costo aproximado por hectárea de 1,170 dólares. Los precios de la harina de marigold se mantienen entre 1.5 y 2 dólares el kilo, y para el caso de xantofila, los precios varían entre 4.5 y 5 dólares el kilo. El marigold es cultivo que utiliza tecnología media y tiene un promedio ponderado del 17% en lo que respecta a su utilidad neta. Hay grandes diferencias en la rentabilidad del marigold con la de otros cultivos, tal como se muestra en los cuadros 10 y 11 que comparan los costos de producción y precios del cultivo de marigold (Bazalar, 1995), respectivamente. En el cuadro 12 se hace el análisis de rentabilidad de una hectárea de marigold, y en el cuadro 13, se indican las tasas de rentabilidad de 17 cultivos, cuyo promedio de las distintas tecnologías van del 30% para el ají pprika al 17% para el algodón pima. La gama de cultivos más rentables relativamente nuevos de exportación son el ají pprika, el espárrago y el marigold, seguidos por un grupo intermedio donde figuran los frutales. Los cultivos destinados al mercado nacional como algodón, frijol, maíz, caña de azúcar, tienden a ser los menos rentables, mientras que los permanentes y de exportación como ají pprika, espárrago, marigold, palto, limón, mandarina, mango, vid; tienden a ser más rentables. El arroz, cultivo de gran importancia en la costa norte, evidencia una rentabilidad promedio alta. En todos los cultivos seleccionados la tecnología alta ofrece una rentabilidad bastante superior a la media y muy superior a la baja. La rentabilidad de la tecnología media es siempre superior a la tecnología baja con la ligera excepción del mango. Mientras que la tecnología media es rentable en 14 de 15 casos a excepción del algodón pima, sometido

a una fuerte crisis de precios, la tecnología baja no es rentable en la mitad de los casos (MINAG, 2004).

El cultivo de marigold con un alto valor agregado de su transformación primaria y agroindustrial, permite lograr una significativa rentabilidad, al nivel de los frutales de exportación, en la medida que los cultivos tradicionales dedicados al mercado interno tienden a mostrar una menor rentabilidad, y no tienen el apoyo de las nuevas cadenas productivas o de los organismos financiadores de los agronegocios alternativos (Bazalar, 1995; MINAG, 2004).

Según la Revista Ovonoticias (2001), durante los años 99-2000 el primer lugar en producción de harina de flor de marigold a nivel mundial ha sido disputado entre Méjico y Perú, mientras que con relación a oleorresina saponificada Méjico ocupa el primer lugar en producción a nivel mundial. El Centro de Información y Documentación de la Asociación de Exportadores (CID-ADEX) y Aduanas nuestro país, señalan que en el año 2008 se exportó oleorresina saponificada de marigold a 19 países y Méjico lo hizo a 28, los cuales incluían además de los clientes peruanos otros países en los cuales Méjico se encuentra bien posicionado debido al mayor tiempo que tiene en el mercado de los pigmentos naturales y la política de incentivo a las exportaciones existente en este país. De las afirmaciones citadas anteriormente podemos decir que Méjico y Perú son los principales productores de pigmentos naturales a nivel mundial. De acuerdo a la información proporcionada por Aduanas, entre los años 1998 y 2000, los principales países importadores de oleorresina de marigold proveniente de Perú son: España, Italia, EEUU, Argentina, Alemania, Portugal y El Salvador, de los cuales los tres primeros importan exclusivamente oleorresina saponificada, mientras que los tres últimos importan oleorresina sin saponificar; representando un caso especial Alemania que importa ambos tipos de oleorresina.

Existe una alta oportunidad de mercado, pues a nivel mundial existe una demanda insatisfecha, debido a que la producción mundial es inferior a la demanda del pigmento de flor de marigold. Se estima que la producción de flor de marigold en la India aumente debido a la alta demanda de oleorresina para la producción del colorante, especialmente en el mercado de Méjico. En el mercado de El Salvador existe una alta demanda de este pigmento que es abastecida por las importaciones provenientes de Méjico y Perú. Según las estadísticas de las exportaciones de Perú, El Salvador se ha convertido en uno de los principales importadores de materias colorantes de marigold producido en Perú.

A partir del año 1978 comienza el despegue de la exportación de harina de marigold, con 540 TM; y en el año 1999, sube a 12 921 TM que equivalen a un valor en dólares de 26.83 millones (Bazalar, 1995 y MINAG, 2006).

Cuadro 10. Comparativo de costos y precios de marigold y otros productos agrícolas.

PRODUCTO	COSTO (US\$/ha⁻¹)	RENDIMIENTO (t.ha⁻¹)	COSTO UNITARIO (US\$/t)	Precio en finca (US\$/t)	BENEFICIO (us\$/t)	B/C
Ají	1,912	25.0	76.48	500	423.52	5.53
Brócoli	1,665	10.0	166.50	200	33.50	0.20
Coliflor	1,765	22.0	80.23	250	169.77	2.11
Lechuga	2,521	29.0	86.93	200	113.07	1.30
Pepinillo	2,484	17.0	146.12	250	103.88	0.71
Pimiento	2,956	20.0	147.60	450	302.20	2.04
Zapallito Italiano	2,167	11.0	196.67	300	103.33	0.52
Frijol Castilla	500	1.5	333.33	500	166.67	0.50
MARIGOLD	715	15.0	47.67	100	52.33	1.09

(En dólares americanos)

Cuadro 11. Costos de producción de marigold. Mayo 2008. Predio: Santa Elena, Virú.
Trujillo - La Libertad.

GASTOS	Unidad	Cantidad	C.Unitario	C. Total
MANO OBRA+ MAQUINARIA				
Almacigo				
Trazado				
Voleo y tapado	jor.	1	15.0	15.00
Riego(3)	jor	0.5	15.0	7.50
Deshierbo	jor.	0.75	15.0	11.25
Aplicación insecticida	jor	0.25	15.0	3.75
Campo definitivo				
Aradura	hr.	2	40.0	80.00
Gradeo	hr.	2	40.0	80.00
Surcado	jor.	1	40.0	40.00
Riego de enseño	jor	1	15.0	15.00
Riegos (9)	ha	10	15.0	150.00
Trasplante	Cont		80.0	80.00
Abonamiento (2)	jor.	9	15.0	135.00
Cult. y aporque con mulo	Cont.		60.0	60.00
Deshierbos	jor	2	15.0	30.00
Aplicación insecticida	jor	3	15.0	45.00
Cosecha (6 pañas)	Kg	20 000	0.084	1680.00
Sub Total				2,432.50
INSUMOS:				
Semillas	gr	500	0.066	33.00
Urea	bolsa	8	120.0	960.00
Nitrofoska	kg	14	18.0	252.00
Agua	m3	6000	0.01	60.00
Tamaron	1	1	80.0	80.00
Sub Total				1,385.0
TOTAL COSTO DIRECTO				3,817.50

b. GASTOS INDIRECTOS

Gastos financieros

(6.25% por 5 meses)

238.60

TOTAL COSTO INDIRECTO

238.60

TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN

4,056.10

Fuente: Productor del Predio Santa Elena. Sr. Isidro Villareal Huaman

Cuadro 12. Análisis de rentabilidad por hectárea de marigold

Zona: Virú
Periodo de Análisis: 5 meses
Tipo de Cambio: 3.50

COSTOS	S/.	US\$
COSTO DIRECTO	3,817.50	1,090.70
GASTOS FINANCIEROS	238.60	68.17
COSTO TOTAL	4,056.10	1,158.87

INGRESOS	S/.	US\$
Valor Produce. Agrícola	5,200.00	1,486.00
Producción(*)Kg.	20,000	
Precio	0.26	
INGRESO TOTAL	5,200.00	1,486.00

RATIOS DE RENTABILIDAD	S/.	US\$
Ingreso Neto por Ha		
Incluyendo Gasto financiero	1,143.90	326.83
Sin incluir Gasto Financiero	1,382.50	395.00
Rentabilidad (%) 5 meses		
Agricult.(Incluye Gasto Financiero)	28.20	28.20
Económica (Sin Gasto Financiero)	36.21	36.21

(*) En el Valle de Virú hay productores que obtienen hasta 30t. de flor por hectárea.

Los precios pagados por tonelada de flor fresca cosechada han variado en los valles de Virú desde 1994 en que se empezó a cultivar esta planta, cuyo precio fue de \$120.00, otorgándose una bonificación de \$20 por tonelada adicional cuando las producciones sobrepasaban las 20 toneladas por hectárea. Así mismo, inicialmente los gastos de cosecha se incluían en la habilitación a los agricultores, pero posteriormente dichos gastos los asumía la empresa que compraba las flores y con quien se había realizado el contrato de habilitación.

Cuadro 13. Tasas de rentabilidad neta de 17 cultivos, por tecnología.

Cultivos	Promedio Ponderado	Tecnología Alta	Tecnología Media	Tecnología Baja
Ají pprika	30%	--	30%	---
Arroz	27%	37%	24%	-2%
Camote	27%	--	35%	9%
Espárrago	19%	20%	13%	---
Marigold	17%	--	17%	---
Palta	17%	---	17%	---
Limón	15%	21%	12%	5%
Mandarina	14%	---	14%	---
Pallar	14%	---	--	14%
Mango	14%	19%	11%	10%
Vid	10%	21%	6%	0%
Papa	9%	---	9%	5%
Algodón Tangis	8%	---	8%	8%
Caña de azúcar	2%	---	8%	-9%
Maíz amarillo	-1%	24%	2%	-7%
Frjol	-3%	---	---	-3%
Algodón Pima	-17%	---	-11%	-32%

FUENTE: MINAG 2, 006

V. CONCLUSIONES

- El *Tagetes erecta* L 'marigold' es nativo de Norteamérica, pero a su origen, se le atribuyen diversos países como México, Guatemala, Africa, desde donde fue difundido hacia el resto de América y a países de Europa, existiendo mayor acuerdo entre los científicos botánicos para identificarla dentro de la familia asteraceae.
- La tecnología utilizada en el manejo agronómico del marigold ha ido progresando de acuerdo a las distintas localidades del cultivo, así como los estándares de calidad y la optimización de la producción, desde una tecnología apropiada o local, hasta una tecnología media. Su siembra es viable desde el punto de vista agronómico, pues se adapta a condiciones edafoclimáticas de la costa peruana, alcanzando productividades promisorias.
- Se han obtenido variedades de marigold en francia, Africa, India, México y países latinoamericanos, obtenidas a traves de selecciones y mejoramiento genético.
- El marigold es un cultivo de corto periodo vegetativo, cuyas flores son materia prima para la obtención de pigmentos naturales, harina y oleorresina; constituyéndose en un cultivo alternativo por su alta productividad. Asimismo, es un cultivo social por la gran demanda de la mano de obra que genera su producción y la creciente demanda en el exterior como pigmentante natural. Las fluctuaciones de precios del mercado internacional, constituye una de las principales limitaciones para la promoción y siembra extensiva del marigold; así como la escasa información técnica de su manejo agronómico.

- El manejo post cosecha de las flores de esta planta, se orienta principalmente a la producción de harina y oleorresinas. Además, por sus múltiples usos en la agroindustria de los alimentos, como suplemento dietético en fórmulas antioxidantes y combinación con otros ingredientes alimenticios y por su acción medicinal, se ha constituido en un producto bandera.

- Se ha determinado la disminución de poblaciones de los géneros de fitonemátodos *Meloidogyne* y *Pratylenchus* en la rotación con el cultivo de tomate, debido a la acción antagónica del marigold por sus exudados radiculares.

- El cultivo de marigold tiene un alto valor agregado, por su transformación primaria y agroindustrial, que permite obtener una mayor rentabilidad frente a cultivos como maíz, frijol castilla, zapallito italiano, pepinillo, brócoli y hortalizas de tallo corto dedicados al mercado interno.

VI. RECOMENDACIONES

- Determinar la dinámica de las interacciones del cultivo de marigold con el ambiente local, a través de ensayos comparativos con diversos cultivares en diferentes localidades de nuestro país.
- Difundir los alcances del presente estudio hacia la comunidad científica, y los productores de este cultivo, a nivel nacional, regional y local para generar un efecto multiplicador en las cadenas de agronegocios del país.

VII. RESUMEN

El marigold es una planta, cuyas flores presentan altas concentraciones de pigmentos naturales utilizados en la agroindustria, alimentación de aves y peces, en la industria farmacéutica, tratamientos de enfermedades y como eficiente controlador de fitonemátodos; por tales razones, el presente trabajo de investigación, se realizó con los objetivos de conocer, describir y analizar aspectos referidos a la biología y la evolución en el manejo agronómico del cultivo de marigold en el Perú y el mundo; el manejo postcosecha para la producción de harina y oleorresina; las principales ventajas y limitaciones del cultivo en el pasado y en el presente y su potencial futuro en el Perú, determinar la rentabilidad, en comparación con otros cultivos anuales y la validación experimental para el control de nemátodos de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. El trabajo se desarrolló en los valles de Chao, Virú y Santa Catalina durante los años 2002-2006. La información técnica sobre la evolución del manejo agronómico se obtuvo a través de las verificaciones in situ y de las experiencias vertidas por los productores y empresarios que introdujeron el cultivo en la zona. La información bibliográfica fue proporcionada por los investigadores del Herbario Truxillensis de la Universidad Nacional de Trujillo, de la Universidad Privada Antenor Orrego y de publicaciones científicas del Perú y el mundo relacionados con esta planta. De los resultados obtenidos se concluye que a diversos países como México, Guatemala y África, se les atribuye el origen de esta planta.

Desde el punto de vista agronómico su siembra es viable en la costa peruana y su manejo ha ido progresando de acuerdo a las distintas localidades de siembra. A través de selecciones y mejoramiento genético se han producido variedades de “marigold” en Francia, África, India, México y países latinoamericanos. En rotación con el cultivo de tomate, se ha determinado la disminución de poblaciones de fitonemátodos debido a la

acción antagónica de sus exudados radiculares. Este cultivo tiene un alto valor agregado, que permite obtener una mayor rentabilidad frente a otros como maíz, fríjol castilla, zapallito italiano, pepinillo, brócoli y hortalizas de tallo corto dedicado al mercado interno.

Palabras clave: *Tagetes erecta*, “marigold”, oleorresinas, harina de marigold, control de nemátodos.

VIII. SUMMARY

The marigold is a plant whose flowers present high concentrations of natural pigments used in the agroindustry, feeding of birds and fish, in the pharmaceutical industry, treatments of diseases and as efficient fitonematodos controller. For such reasons, the present research, was carried out to describe and to analyze aspects referred to a) its biology and the evolution of the agronomic management of the marigold crop in Peru and in the world; b) the post harvest handling to produce flour and oleoresins; c) the main advantages and limitations of its cultivation in the past and presently and their future potential in Peru; d) Its profitability, as compared with other annual crops and e) experimental validation of its use to control nematodos belonging to genus *Meloidogyne* and *Pratylenchus*. The field work was carried out in the valleys of Chao, Virú and Santa Catalina from 2002 to 2006. The technical information on the evolution of the agronomic management was obtained in situ and also from the experiences of both the producers and managers wich introduced the crop in the area. The bibliographical information was provided by researches working in the Herbal Truxillensis of the National University of Trujillo and of the Private University Antenor Orrego, also from national and worldwide scientific literature.

Results obtained indicate that the origin of this has been attributed to different countries like Mexico, Guatemala and Africa attribute; from the agronomic point of view its planting is feasible in the Peruvian coast and its agronomic management has been improved progressively to eh different locations. Through selections and plant breeding marigold varieties have been produced in France, Africa, India, Mexico and Latin American countries. In rotation with the tomato cultivation, a decrease of fitonematodos populations has been determined due to the antagonistic action of its root exudates. This crop has a high added value that allows to obtain a higher profitability as compared to others crops

like corn, cowpea, Italian squash, cucumber, broccoli and short stem vegetables grown for the internal market.

Key words: *Tagetes erecta*, "marigold", oleoresins, marigold flour, nematode control.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABALLAY et al. 2000. Uso de plantas antagónicas en el control integrado de *Xiphinema* spp. En viñas y patronales. Universidad de Chile.

ALAM, A.V.; COUCH, J.R.; CREGER, C. 1968. The carotenoids of the marigold, *Tagetes erecta*. Canadian Journal Botany, v.46, p.1539-1541.

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PENTEADO, M.V.C. 2003. Carotenoides. In: Vitamina: Aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos (Ed.). Editora Manole, Barueri, p.3-44.

ANTEZANA, A.E. 1992. Cartilla del cultivo de Marigold. Divulgación Técnica. AGRIPSA. 2p.

ARAÚJO, P.V.; CARVALHO, M. P.; RAMOS, M.D.L.R. 2006. Um Porto de árvores. Editora: campo Aberto, Porto, Portugal, 48p.

ÁVILA, E.; SHIMADA, A.S, LLAMAS, G. 1990. Otros aditivos. In: Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria, Colegio de Posgraduados. Sistemas de Educación continua en producción animal en Mexico 1^{era}. Edic. Mexico D.F Chapingo, México, p.239-250.

BALL-COELHO, B.; BRUIN, A.J.; ROY, R.C.; RIGA, E. 2003. Forage pearl millet and marigold as rotation crops for biological control of root-lesion nematodes in potato. Agronomy Journal, v. 92, p. 282-292.

BAQUERIZO, A. 1988. Marigold; Flor americana de uso industrial. Informe Ovonoticias. Revista agropecuaria Internacional. Perú N° 118:8-9p.

BARTLEY, G.E. y SCOLNICK P.A. 1995. Plant carotenoids: Pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. The plant cell. 7:1027-1038.

BARZANA, E.; RUBIO, D.; SANTAMARIA, R.I.; GARCIA-CORREA, O.; GARCIA, F.; RIDAURA SANZ, V.E.; LÓPEZ-MUNGUÍA, A. 2002. Enzyme-mediated solvent extraction of carotenoids from marigold flower (*Tagetes erecta*). Journal Agricultural Food Chemistry, v. 50, p. 4491-4496.

BAUERNFEIND, J.C. 1981. Carotenoids as colorants and Vitamin A precursors: Technological nutritional application. 1^{era} Edic. New York. U.S.A. Academic Press.

BAZALAR C.J. 1995. El cultivo de Marigold. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. CIPCA-PIURA. Perú. 68 p.

BENK, E.; TRIEBER, H.; BERGMANN, R. 1976. Detection of aromatic materials and beverages. Riechst Aromen and Koerpen, v.26, n.10, p.216-221.

- BERENDSCHOT, T.T.; GOLNBOHM, R.A.; KLOPPING, W.A.A.; VAN DE KRAATS, J.; VAN NOREL, J.; VAN NORREN, D. 2000. Influence of lutein supplementation on macular pigment, assessed with two objective techniques. *Investigation Visual Science*, v.41, n.11, p. 3322-3326.
- BLUME B.J. 1992. Guía del cultivo de Marigold. AGRIPSA. Lima, Perú. 9p.
- BOLETÍN TÉCNICO 1985. Cultivo de Marigold. Zona Industrial. Piura. 4p.
- BRAGA, R. 1960. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Fortaleza, Ceará-Brazil, 3^a Edição, 520p.
- BURPEE, D. 1979. Historia del Marigold. Rev. La Hacienda Warminster, Pensilvania EUA. Jul-Ago. Pag. 12-20.
- CANTO S. M. 1992. Apuntes del Curso de Nematología Agrícola. Copia no mimeografiada. U.N.A.L.M. Lima – Perú, 60 p.
- CANTRILL, R. 2004. Lutein from *Tagetes erecta*. Chemical and Technical Assessment. (CTA). FAO. v.1, n.5.
- CHEW, B.P.; WONG, M.W.; WONG, T.S. 1996. Effects of lutein from marigold extract on immunity and growth of mammary tumors in mice. *Anticancer Resource*, v. 16, p. 3689-3694.
- CLULOW, M. 1994. Agricultura sin fungicidas. Cultivando N° 7/8.
- CONCERPRO NATURAL SHOP. 2008. Característica y propiedades de la *Caléncula officinalis* o maravilla. Disonible en: <http://es.geocities.com/websbcn/>.
- CORREA, M.P. 1984. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas cultivadas. Ministério da Agricultura. IBDF, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, v.2, 707p.
- COUCH, J.R.; COON, C.N. 1972. Summary and report of papers presented before the meeting of the poultry section, ASAW. *Feedstuffs*, v.44, n.14, p.18-21.
- CUCA, GM; Avila G.E. 1996. Alimentación de aves. 8^{va} Edic. Estado de Mexico; Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo.
- DELGADO, F. y PAREDES. O. 1997. Effects of enzymatic treatments on carotenoid extraction from marigold flowers (*Tagetes erecta*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 255-258.
- DELGADO, F. 1997. Pigmentos de flor de Cempasuchil (*Tagetes erecta*). Caracterización fisicoquímica, procesamiento y eficiencia pigmentante (tesis doctoral), Irapuato, Guanajuato: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

DELGADO, F.; JIMENEZ, R. PAREDES, O. 2000. Natural pigmentor: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Review Food Science*, v.40, p.173-289.

DEL VILLAR M., A. A.;SERRATO C., M.A.; SOLANO N., A.; ARENAS O., M.L., QUINTERO G., A.G. 2007. Carotenoiden en *Tagetes erecta*: la modificación genética como alternativa. *Rev. Fitot. Mex.* Vol:30 No.2. Chgapingo, México.

DHANGAR, D.S.; GUPTA, D.C.; JAIN, R.K. 1995. Effect of marigold (*Tagetes erecta*) intercropped with brinjal in different soil types on disease intensity of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*). *Indian Journal of Nematology*, v. 25, n. 2, p. 181-186.

EDWARDS, L.; VRAIN, T.; UTKHEDE, R.S. 1994. Effect of antagonist plants on apple replant disease. *Acta Horticulturae*, v. 71, p. 135-140.

EL-GINDI, A.Y.; OSMAR, H.A.; YOUSEEF, M.M.A.; AMEEN, H.H.; LASHEIN, A.M. 2005. Evaluation of the nematicidal effects of some organic amendments, biofertilizers and intercropped marigold, *Tagetes erecta* plant on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*-infected cowpea plants. *Bulletin of the Natinal Research Centre of Egypt*, v. 30, n. 3, p. 307-315.

FERRARO, M. 1955. Las especies argentinas del género “*Tagetes*” (compositae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 6:30-39.

FERRAZ, S.; VALLE, I.A.C. 1997. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematóides. In: II Encontro de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Editora: Imprensa Universitária, Viçosa, MG, p. 42-55.

FERREYROS C., P. 1983. Cultivo de Marigold (*Tagetes erecta* L). Folleto Compañía Alimentos Deshidratados S.A. (ALIDESA) Perú. 19p.

FLETCHER, D.L.; PAPA, CM.; TIRADO F. 1986. The effect of saponification on the broiler coloring capability of marigold extracts. *Poultry Sci.* 65(9): 1708-1714.

FLORES, E., LAZO, P. 1996. Investigación tecnológica para la extracción del colorante de la flor de marigold y sus aplicaciones en la Industria Alimentaria. CICA-UCSM. Arequipa -Perú.

FRITZ, J.C.; WHARTON, F.D.; CLASSEN, L.J. 1957. Influence of feed on boiler pigmentation. *Feddstuffs*, v.29, n.43, p.18-24.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. 2002. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 4, n. 1, p.1-9.

GAU, W.; PLOSCHKE, H.J.; WUNSCHKE, C. 1993. Mass spectrometric identification of xantphyll fatty acid esters from marigold flowers (*Tagetes erecta*) obtained by high

performance liquid chromatography and craig counter current distribution. Journal Chromatography, v. 62, p. 277-284.

GENERALITAT VALENCIANA. 2002. Boletín de Avisos Nº 2 Febrero Disponible en <http://www.gva.es/agricultura/boletin_99/bu_03-99.htm>

GHOSH, T.; BOSE, A.; DASH, G.K.; MAITY, T.K. 2004. Wound healing acticity of *Tagetes erecta* Linn leaves. Pharmaceutical News.

GILMAN, E. F. y HOWE, T. 1999. *Tagetes erecta* L. Fact. Sheet FPS-569, Environmental Horticulture Departament, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

GOMMERS, F.J.; VOOR IN T HOLT, D.J.M. 1976. Chemotaxonomy of composital related to their host suitability for *Pratylenchus penetrans*. Netherlands Journal of Plant Pathology, v.82, p.1-8.

GOODEY, J. B.; M. P. FLORES y R. RIVERA. 2002. "Cempasúchil: Fuente importante de carotenoides" Revista Ciencia y Desarrollo, Julio-Agosto. Vol XXVIII Num. 165.pp.20-25.

GOODWIN, T.W. 1980. Carotenoids in higher plants. In: The biochemistry of the carotenoids, v.1, Plants, Chapman Hall: Editora: New York, 210p.

GOODWIN, T.W. 1955. Carotenoids. Annual Review Biochemistry, v.24, p.497-522.

GROGAN, C.O.; BLESSIN, C.W. 1968. Characterization of major carotenoids in yellow maize lines of differing pigments concentration. Crop Science, v.8, p.730-732.

GUENTHNER, et al. 1973. Pigmentation of Egg. Yorks by Xanthophylus from Corn, Marigold, Alfalfa and Synthetic Sources, Poultry Sc:52:187-198.

GUTIÉRREZ, R.M.P.; LUNA, H.H.; GARRIDO, S.H. 2006. Antioxidant activity of *Tagetes erecta* essential oil. Journal of the Chilean Chemical Society, v.51, p.883-886.

HADDEN, W.L.; WATKINS, R.H.; LEVY, L.W.; REGALADO, E.; RIVADENEIRA, D.M.; van BREEMEN, R.B.; SCHWARTZ, S.J. 1999. Carotenoid composition of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract used as nutritional supplement. Journal Agricultural food Chemistry, v. 47, p. 4189-4194.

HENCKEN, H. 1992. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. Poultry Science, v. 71, p. 711-717.

HERNÁNDEZ, G.G. 2005. Centro de desarrollo de productos bióticos (CEPROBI) del Pin.

HOEHNE, F.C. 1939. Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais. São Paulo: Graphicars, 335p.

HULST, A.A.; MEYER, M.M.T.; BRETELER, H.; TRAMPER, J. 1989. Effect of aggregate size in cell cultures of *Tagetes patula* on thiophene production and cell growth. Applied Microbiology Biotechnology, v.30, p. 18-31.

Industria alimenticia 25. 2009. Disponible en www.industriaalimenticia.com

JATALA, P. 1986. Biological control of plant parasitic nematodos. Anual Review of Phytopathology. 24: 453 – 489.

JATALA, P. 1982. Primer curso internacional de nematodos en papa. CIP. Lima.

KAPLAN, L. 1960. Historical and Ethnobiological aspects of domestication in tagetes. Econ. Bot. 14: 200-2002.

KASAKIDOU, D.; BURRAGE, S.W. 1994. The production of African marigold (*Tagetes erecta* L.) by the nutrient film technique. The influence of solution conductivity on growth and carotenoid levels. Acta Horticulturae, v. 361, p. 332-340.

KOURANY, E.; ARNASON, J.T. 1988. Accumulation of phototoxic thiophenes in *Tagetes erecta* (Asteraceae) elicited by *Fusarium oxysporum*. Physiological and Molecular Plant Pathology, v. 26, p. 809-820.

KRINSKY, N.I. 1994. The biological properties of carotenoids. Pure Applied Chemistry, v. 66, n. 5, p. 1003-1010.

KRISNA, A.; KUMAR, S.; MALLAVARAPU, G.R.; RAMESH, S. 2004. Composition of the essential oils of the leaves and flowers of *Tagetes erecta* L. Journal of Essential Oil Research, v. 16, n. 6, p. 520-522.

KUZMICKY, D.D.; KOHLER, G.O.; LIVINGSTON, A.L.; KNOWLES, R.E.; NELSON, J.W. 1968. Pigmentation potency of xanthophyll sources. Poultry Science, v.47, p.389-397.

LANDRUM, S.T.; BONE, R.A.; SPRAGUE, K.; MOORE, L. A 1997. One-year study of supplementation with lutein on the macular pigment. FASEB Journal, Abstracts 2.588.

LAWRENCE, B.M. 1985. A review of the world production of essential oils. Perfumer and Flavorist, v. 10, n. 5, p. 1-16.

LIN, Y.J.; CHEN, J.F. 1981. Trisomics in diploid marigold, *Tagetes erecta*. The Journal of Heredity, v. 72, n. 6, p. 441-442.

LIVINGSTON, A.L. 1986. Rapid analysis of xantophyll and carotene in dried plant material. Journal Association Analysis Chemistry, v.69, p.1017-1019.

MACEDO, M.E.; CONSOLI, R.A.G.B.; GRANDI, T.S.M; dos ANJOS, A.M.G.; OLIVEIRA, A.B. de. MENDES, N.M.; QUEIROZ, R.O. ZANI, C.L. 1997. Screening of

Asteraceae (Compositae) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v.92, n.4, p.565-570.

MARTOWO, B. ROHAHA D. 1987. The effect of intercropping of pepper (*Capsicum annum* L.) with some vegetable crops on pepper field and disease incidence caused by *Meloidogyne spp.* Boletín Penelitian hortikultura 15(4):55-59.

McGEACHIN, R.B.; BAILEY, C.A. 1995. Determination of carotenoid pigments retinol, and α - tocoferol in feeds, tissues and blood serum by normal phase high-performance liquid chromatography. Poultry Science, v. 74, p. 407-411.

MEDINA, A.L.; BEMILLER, J.N.; JANICK, J.; SIMON, J.E. 1993. Marigold flower meal as a source of an emulsifying gum. New Crop Exploration: Research and Commercialization, Indianápolis, Indiana, p. 389-393.

MEJÍA, E.G.; PINA, G.L.; GOMEZ, M.R. 1997. Antimutagenicity of xanthophylls present in Aztec marigold (*Tagetes erecta*) against I-nitropyrene: Mutation, Research, Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, v. 389, n. 2, p. 219-226.

MNAG. 1999. Oficina de Información Agraria. RM.

MINAG. 2004. Estrategias concertadas de reactivación agropecuaria en el post niño. Disponible en < [html://portalagrario.gob.pe](http://portalagrario.gob.pe).>

MINAG. 2006. Oficina de Información Agrícola del Ministerio de Agricultura.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG). 2006. Nuevas oportunidades de negocio para El Salvador en la industria de colorantes naturales; flor de marigold Disponible en <[http:// portal agrario/](http://portalagrario/)>.

MORALLO, R.B.; DECENA, A. 1987. The activity, isolation and purification of the insecticidal principles from *Tagetes*. Biological Abstracts, v. 7, p. 81-87.

MURGA, S. 1997. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de *Asparagus officinales* L. “espárrago” en la provincia de Virú. Perú, Libro de resúmenes de trabajos de investigación. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

MURGA, S. 2007. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de *Tagetes erecta*, distrito Virú, La Libertad, Perú. Neotropical Helminthology 1 (1): 15-20.

NEHER, R.T. 1968. The ethnobotany of *Tagetes*. Economy Botany, v.22, p.317-324.

NICKLE, WR. 1991. Manual of agriculture nematology, Marcel Dekker, Inc, New York.

NUÑES, U.F. 2007. Información, Dirección General Industrias ALCOSA. Irapuato. México.

OLIVEIRA, B.L. 1996. Caderno Técnico da Escola de Veterinária. UFMG, v. 17, p. 5-10,

OLSON, J.A. 1964. The biosynthesis and metabolism of carotenoids and retinal (Vitamin A). *Journal Lipid Residue*, v.5, p.281-299.

OOSTEMBRINK, M. et.al. 1957. *Tagetes* als feindpflanzen von *Pratylenchus* *Artem.* *Nematologica Z*, suppl: 424-433.

ORTUÑO, et al. 2000. Uso de la resistencia genética de plantas no hospedantes para el combate de nematodos. Fundación PROINPA. Bolivia.

OVONOTICIAS 1985. El maravilloso Marigold. *Revista agropecuaria Internacional*. Perú. Vol 9 (08):20-23.

PADMA, V.; SUMAN, K.; SATYWATI, S.; VASUDEVAN, P.; KASHYAP, S.; SHARMA, S. 1997. *Tagetes*: A multipurpose plant. *Biosource technology*, v. 62, n. 1, p. 29-35.

PARK, J.S.; CHEW, B.P.; WONG, T.S. 1998. Dietary lutein from marigold extract inhibits mammary tumor development in BALB e mice. *Journal Nutrition*, v.128, p.1650-1656.

PEREIRA, L.L.N.; SILVEIRA, E.T.; BERAQUET, N.; PETENATE, A.; ANDRADE, J.C.; BUZELLI, M.L. 2006. Adição de complexo vitamínico na dieta de frangos e seus efeitos no stress pré-abate, qualidade da carcaça e carne. *Avicultura Industrial*, n.1, p. 32-33.

PERICH, M.J.; WELLS, W.B.; TREDWAY, K.E. 1994. Toxicity of extracts from three *Tagetes* against adults and larvae of yellowfever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: *Culicidae*). *Journal of Medical Entomology*, v. 31, n. 6, p. 833-837.

PHILIP, T.; BERRY, J.W. 1975. Nature of lutein acylation in marigold (*Tagetes erecta*) flowers. *Journal Food Science*, v.40, p.1089-1090.

PICCAGLIA, R.; MAROTTI, M.; PESENTI, M.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. 1996. Chemical composition and antibacterial activity of *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* essential oils. Proceeding of the 27th International Symposium on Essential Oils, Wien, Austria.

PRITTS, M.P. 1992. Weed control in strawberries: some new approaches. *Pennsylvania Fruits News*, v. 72, n. 4, p. 97-102.

QUACKENBUSH, F.W. 1963. Corn carotenoids: effects of temperature and moisture on losses during storage. *Cereal Chemical*, v.40, p.266-269.

QUACKENBUSH, F.W. 1973. Use the heat to saponify xantophyll esters and speed analysis for carotenoides in feed material: collaborative study. *Journal Association Analises Chemistry*, v.56, p.748-753.

QUACKENBUSH, F.W.; FIRCH, I.G.; RABURN, W.J.; McQUISTAN, M.; PETZOLD, E.W.; KARGL, T.E. 1961. Analysis of carotenoids in corn grain. *Journal Agricultural Food Chemical*, v.9, p.132-135.

QUACKENBUSH, F.W.; MILLER, S.L. 1972. Composition and analysis of the carotenoids in marigold petal. *Journal Association Analysis Chemistry*, v.55, p.617-621.

RED DE ACCIÓN EN ALTERNATIVAS AL USO DE LOS AGROQUÍMICOS (R.A.A.A). 2006. Manejo ecológico de plagas. Control Cultural. Disponible en <<http://www.raaa.org/ccu.html>>.

REPORTE DE INTELIGENCIA COMPETITIVA. 2006. DCE. Ministerio de Economía de El Salvador. Disponible en <<http://www.fiagro.org.av/archivo/o/892.pdf>>

REYNOLDS, B.L.; POTTER, J.W.; BALL-COELHO, B.R. 2000. Crop rotation with *Tagetes* sp. Is an alternative to chemical fumigation for control of root-lesion nematodes. *Agronomy Journal*, v. 92, p. 957-966.

Reynoso, E. 1999. Manual para el cultivo de flor de cempasuchil (Marigold). Bioquimex Reka, S.A. de C.V. México D.F.

RÍOS, N.; E. MÉNDEZ, G.; P. MORRACHIMO. 2006. Influencia de tres dosis de guano de la isla en la producción y contenido de xantofila del marigold (*Tagetes erecta*). Informe de Investigación. Oficina General de Promoción y Desarrollo de la Investigación-UNT. Trujillo. Perú.

ROCHA, D. da. 1945. Formulário Terapêutico de Plantas Medicinaias Cearenses, naturais e cultivadas. Ceará-Brazil, 250p.

RODRIGUEZ-AMAYA, A.D.B. 1999. Latin american food sources of carotenoids. *Archive Latinamerican Nutrition*, v.49, p.74-84.

RUSS, K. & POLOMSKY, B. 1999. MARIGOLD. Home & Garden Information Center HGIC1168. Clemson University. South Carolina U.S.A.

SADHANA, S.; WALIA, D.S. 1996. Fungitoxicity test of certain essential oils against storage fungi. *International Journal of Tropical Diseases*, v. 14, n.2, p. 227-228.

SAGÁSTEGUI, A.A. 2004 Descripción botánica del marigold (*Tagetes erecta* L). Trujillo. Perú.

SASSER, J.N. and D.W. FRECKMAN. 1987. A world perspectiva on Nematology: The role of the society. Pp: 7 – 14..

SERRATO, M. 2004. “Cempoalxochilt: Diversidad biológica y usos”. *Revista Ciencia y Desarrollo*, Julio-Agosto.

SHARMA, M.; SAXENA, R.C. 1994. Phytotoxicological evaluation of *Tagetes erecta* on aquatic stages of *Anopheles stephensi*. *Indian Journal of Malariology*, v. 31, p. 21-26.

- SINGH, S.P.; SHARMA, P.; VATS, L.K. 1987. Light dependent toxicity of the extract of plant *Tagetes erecta* and α -terthienyl toward larvae of mosquito *Culex tritaenior hynchus*. *Toxicology and Environmental Chemistry*, v.16, p.81-88.
- SLATTERY, M.L.; J.BENSON, K. CURTIN, K-N Ma, D. SCHEFFER, J.D.POTTER. 2000. Carotenoids and colon cancer. *Am J. Clinical Nutr.* 71:575-582.
- STIRLING, G.R. 1991. Biological control of Plant Parasitic Nematodes: Progress, problems and Prospects. CAB – International, Wallingford. UK. 283 p.
- STYER, D.J. and DURBAN R.D. 1981. Influence of Growth Stage and Cultivar on Symptom Expression in Marigold, *Tagetes sp.*, Infected by *Pseudomonas syringae* p.v. *tagetis*. *Rev. Hortscience*. Vol. 16 (6):768-769.
- SUÁREZ, Z. 2000. Nemátodos asociados a los frutales y su control. CENIAP. Maracay. Disponible en <<http://fonaiap.gov.ve/pública/divulga/fd59/nemato>>.
- SUNAD-OIA.OPA-OPP-AX-2000.
- SZABO, L.G.; PAPP, E. 1975. Therapeutic us of some *Tagetes species*, their botanica L.; chemical, pharmacodynamic and agronomical characteristics. *Gyogyszereszet*, v.19, n.8, p.281-285.
- TAYLOR, A.L. and J.N. SASSER. 1998. “Biología, identificación y control de los nemátodos del nudo de la raíz (especies de Meloidogyne). Raleigh: north carolina State University Graphics. 111 p.
- THOMASON, J.J. 1987. Challenges facing nematology: Environmental risks with nematicides and the need for new approaches. Pp: 469 – 476.
- TIMBERLAKE, C. F.; HENRY, B. S. 1986. Plant pigment as natural food colors. *Endeavour*, v.10, p.31-36.
- TIRADO, F.J. 1991. Pigmentos y Pigmentación Memorias del X Ciclo de Conferencias Internacionales sobre avicultura. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Guadalajara, Jalisco.
- TOMOVA, B.S.; WATERHOUSE, J.S.; DOBERSK, J. 2005. The effect of fractionated *Tagetes* oil volatiles on aphid reproduction. *Entomologia Experimentales et Applicata*, v. 115, p. 153-159.
- TOPP, E, MILLAR, S, BORK, H & WELSH, M. 1998. Effects of marigold (*Tagetes sp.*) roots on soil microorganisms. *Biology and Fertility of Soils*, vol. 27, pp. 149-154.
- TURNER B.L. 1996. “The comps of Mexico. Tageteae and Anthemideae” *Phytología Memoirs*, Vol. 6 N° 10. pp.51-69.

- TYCZKOWSKI, J.K.; HAMILTON, P.B. 1986. Absorption, transportation and deposition in chickens of lutein diester a carotenoid extracted from marigold (*Tagetes erecta*) petals. Poultry Science, v. 65, p. 1526-1531.
- TYCZKOWSKI, J.K.; HAMILTON, P.B. 1987. Altered metabolism of carotenoid during aflatoxicosis in young chickens. Poultry Science, v. 66, p. 1184-1188.
- VALADON, L.R.G.; MUMMERY, R.S. 1967. Carotenoids of certain compositae flowers. Phytochemistry, v.6, p.983-988.
- VASUDEVAN, P.; KASHYAP, S.; SHARMA, S. 1997. *Tagetes*: A multipurpose plant. Bioresource Technology, v. 62, n. 1, p. 29-35.
- VISSER T., and M.K., VYTHILINGAM. 1959. The effect of Marigolds and some other crops on the *Pratylenchus* and *Meloidogyne* populations in tea soil. Tea Quart 30:30-38
- WATSON Y M. J. DALLWITZ. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. n.p.
- WILLIAMS, W.P.R.; DAVIES, L.; COUCH, J.R. 1963. The utilization of carotenoids by hen and chick. Poultry Science, v.42, p.691-699.
- WINOTO, SR. 1969. Studies on the effect of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes, PhD thesis, Agricultural University, Wageningen.
- YOUNG, A.J., G.M. LOWE. 2001. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. Arch. Biochem. Biophys. 385: 20-27.
- ZARIPHEH, S.; ERDMAN JR., J.W. 2002. Factors that influence the bioavailability of xanthophylls. Journal Nutrition, v.132, p. 5315-5345.
- ZAVALETA-MEJÍA, E.; GOMEZ, R.O. 1995. Effect of *Tagetes erecta* L – tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. Fitopatologia, v. 30, n. 1, p. 35-46.
- ZAVALETA-MEJÍA, F. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Terra Latinoamericana, v. 17, n. 3. p. 201-297.
- ZYGADLO, J.A.; GUZMAN, C.A.; GROSSO, N.R. 1994. Antifungal properties of the leaf oils of *Tagetes minuta* and *T. filifolia* Lag. Journal of Essential Oil Research, v. 6, n. 6, p. 617-621.

ANEXO

Anexo 1. Producción, superficie y rendimientos/ha de flores de marigold durante el período 1971- 2005.

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCION TOTAL (t)	RENDIMIENTO (t.ha ⁻¹)
1971	290	3 480	12.0
1972	290	3 480	12.0
1973	290	3 480	12.0
1974	280	3 360	12.0
1975	600	7 200	12.0
1976	600	7 200	12.0
1977	550	6 880	12.51
1978	655	7 930	12.11
1979	613	7 110	11.60
1980	1 203	14 403	11.97
1981	1 291	15 085	11.68
1982	1 231	16 448	13.36
1983	780	6 564	8.42
1984	1 032	13 445	13.03
1985	1 966	30 072	15.30
1986	1 178	16 761	14.23
1987	1 306	18 741	14.35
1988	2 818	45 228	16.05
1989	4 294	64 468	15.01
1990	3 621	57 696	15.93
1991	5 327	73 011	13.71
1992	8 744	88 771	10.15
1993	6 332	72 024	11.37
1994	10 926	120 585	11.04
1995	8 179	135 266	16.54
1996	5 767	106 347	18.44
1997	15 431	249 916	16.20
1998	5 507	96 070	17.45
1999	7 624	173 055	22.70
2000	10 838	197 946	18.26
2001	6 361	119 608	18.80
2002	5 736	114 203	19.91
2003	8 445	175 680	20.80
2004	5 371	107 174	19.81
2005	6 000	122 661	20.44

Fuente: Ministerio de Agricultura- Oficina de información Agraria: Perú en Números 2004-2005.