



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

MANUAL TÉCNICO

ALTERNATIVAS

DE MANEJO

INTEGRAL EN EL

CULTIVO DE OTOE

(Xanthosoma violaceum Schoot)

PANAMÁ, 2012



**MANUAL TÉCNICO
ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRAL EN
EL CULTIVO DE OTOE
(*Xanthosoma violaceum* Schoot)**

Ricardo Hernández Rojas
Domitilo Jiménez Chamizo

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
Departamento de Ediciones y Publicaciones.

Panamá, 2010

48 p.

ISBN 978-9962-677



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

MANUAL TÉCNICO

ALTERNATIVAS

DE MANEJO

INTEGRAL EN EL

CULTIVO DE OTOE

(Xanthosoma violaceum Schoot)

RICARDO HERNÁNDEZ ROJAS
DOMITILO JIMÉNEZ CHAMIZO

PANAMÁ, 2012

Junta Directiva

Ing. Victor Manuel Pérez Batista
Ministro de Desarrollo Agropecuario
Presidente

Lic. Rigoberto Amaya
Gerente General del Banco de
Desarrollo Agropecuario
Miembro

Dr. Rubén Berrocal
Secretario Nacional de
Ciencia , Tecnología e Innovación
Miembro

Dr. Juan Miguel Osorio, Ph.D.
Decano de la Facultad de
Ciencias Agropecuarias
Miembro

Ing. Julio Abrego B.
Director General
Secretario

Cuerpo Directivo

Ing. Julio Ábrego B.
Director General

M.V. Roberto Alzamora F.
Subdirector General

Lic. José Manuel Adames González
Secretario General

Dr. Julio Santamaría Guerra, Ph.D.
Director Nacional de
Centros de Investigación

M.V. Paulo Eduardo Ducasa C.
Director del CIA - Azuero

Dr. Manuel De Gracia, Ph.D.
Director Nacional de
Investigación Agropecuaria

Lic. Rodolfo Ábrego
Director del CIA - Central

Ing. Noemi Quintero de Carrasco, M.Sc.
Directora Nacional de Planificación
y Socioeconomía, a.i

Ing. Orlando Quintero G.
Director del CIA Occidental

Ing. Ladislao Guerra M., M.Sc.
Director Nacional de
Productos y Servicios

Dr. Luis Saldaña Miranda
Director del CIA - Oriental

Lic. Héctor Leonel Espino A.
Director Nacional de
Administración y Finanzas

Agro. Daniel Aguilar
Director del CIA - Recursos Genéticos

Agro. José Guillermo Mirando D.
Director del CIA - Trópico Húmedo

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a todas las personas que aportaron sus conocimientos para la elaboración de este manual, muy especialmente, a los Ingenieros Benjamín Name, Rolando Sánchez Díez y Anovel Barba.

Se agradece en forma especial al personal de apoyo del Subcentro de Ocú, Agrónomos Sergio Cornejo y Jacinto López, quienes participan activamente en el desarrollo de las actividades de investigación, que dan como resultado la generación de tecnologías apropiadas, las cuales se presentan en este documento.

Queremos agradecer a la Ingeniera Carmen Y. Bieberach Forero y a la Licenciada Priscila Alvarado de González, por su colaboración en la revisión de este manual, para mejorar la redacción, contenido y presentación, y al Técnico Emiliano Velarde por la confección de los dibujos incluidos en este documento.

PRESENTACIÓN

La información recopilada en este manual por especialistas en agronomía, edafólogos, entomólogos, fitopatólogos, químicos y otros profesionales del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, está dirigida a técnicos extensionistas, productores y estudiantes, con el fin de contribuir a mantener altos niveles de producción en el cultivo de otoi, el cual cobra cada día mayor importancia como rubro de exportación y de seguridad alimentaria.

El cultivo de otoi se ve afectado por diversas plagas (malezas, insectos, enfermedades), por lo cual se hace necesario que el manejo integral sea implementado por los productores y técnicos del Sector Agropecuario.

El manejo integral implica iniciar con una buena semilla, selección y preparación de suelo adecuadas; manejar la fertilidad del suelo, manejar las plagas mediante muestreos periódicos para detectar a tiempo posibles daños y realizar los correctivos necesarios, utilizando las prácticas culturales, agroquímicos y controladores biológicos en forma apropiada, para evitar pérdidas o reducción en los rendimientos y la contaminación del ambiente y manteniendo la calidad de los productos.

El IDIAP busca, a través de este manual, brindarle a sus clientes y usuarios, técnicas económicas y amigables con el ambiente, para que puedan realizar una actividad productiva sostenible y competitiva.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE OTOE.....	1
A. Hoja.....	1
B. Flor y fruto.....	2
C. Cormelos.....	2
FASES FENOLÓGICAS.....	2
A. Fase vegetativa.....	2
B. Fase reproductiva.....	2
C. Fase de maduración.....	2
REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	3
A. Luz Solar.....	3
B. Temperatura.....	3
C. Precipitación.....	3
D. Nutrimentos.....	3
E. Suelos.....	3
F. Altitud.....	3
MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO.....	3
A. Selección del terreno.....	3
B. Preparación del suelo.....	4
C. Cultivares	4
D. Sistema de propagación.....	5
E Selección, picado y tratamiento de la semilla.....	5
F. Siembra.....	7
G. Manejo de suelo y fertilidad	8
H. Requerimientos hídricos.....	12
I. Protección vegetal.....	13

COSECHA	27
A. Manual	27
B. Semi-mecanizada.....	28
MANEJO POSTCOSECHA	28
A. Selección, lavado y empaque.....	28
B. Tratamiento y almacenado.....	28
COMERCIALIZACIÓN	29
COSTO DE PRODUCCIÓN	30
BIBLIOGRAFÍA	32

Contenido

MANUAL TÉCNICO

ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRAL EN EL CULTIVO DE OTOE (*Xanthosoma violaceum* Schoot)

RICARDO HERNÁNDEZ ROJAS¹; DOMITILLO JIMÉNEZ CHAMIZO²

INTRODUCCIÓN

El manejo integrado del cultivo de otoe consiste en la aplicación de tecnologías que conllevan a la ejecución de un trabajo armonioso entre la agricultura y el ambiente. Este manejo del cultivo comienza con una apropiada selección y preparación del terreno y culmina con el manejo postcosecha. Este incluye el aprovechamiento del potencial genético productivo de los cultivares, lográndose con ello una reducción considerable de los costos de producción, de la contaminación del ambiente al reducir el uso de productos químicos. En el 2007 se sembraron, aproximadamente, 1109 ha de otoe a nivel nacional, con la participación de 992 productores, con rendimiento promedio de 5818 kg/ha (128 qq/ha), el cual es considerado muy bajo (MIDA 2007).

El objetivo de este manual es proporcionar al productor agropecuario una herramienta que facilite el manejo del cultivo de otoe, en forma tal que garantice la optimización de los recursos, el incremento en la productividad, la competitividad y la sostenibilidad del sistema, de producción.

MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE OTOE

El otoe es una planta monocotiledónea, del orden Árales, familia Araceae y del género *Xanthosoma*. Las especies *violaceum* y *sagittifolium* son las más cultivadas en Panamá. La planta de otoe alcanza una altura que oscila entre 1.50 y 2.00 m con una circunferencia de 0.40 m. Posee un cormo basal de donde se originan las hojas. El tallo presenta una coloración verde claro y el pecíolo una coloración púrpura. Del cormo se originan dos tipos de raíces: superficiales y profundas, que forman un sistema radicular abundante y fibroso. Las raíces sirven de sostén a la planta y absorben del suelo el agua y los nutrimentos, durante su período vegetativo (Jiménez 1998).

- A. Hoja:** La planta de otoe posee hojas grandes y acorazonadas, divididas en dos lóbulos a partir de la base. Posee además un pecíolo envainador, unido a la lámina en la división de la base. A este tipo de hoja se le conoce como sagitadas. Las hojas son glabras, ya que no poseen pubescencia. Poseen una relación largo por ancho de 1:1 y una coloración verde oscuro en el haz y mucho más claro en el envés (Jiménez 1998).

La hoja presenta una nervadura central y dos nervaduras que corren paralelas a la primera, que inician en la unión del pecíolo hasta la base de los lóbulos. De estas nervaduras se originan la red de venas secundarias. Durante el período fenológico la planta de otoe emite en promedio un total de 20 hojas, o sea, una hoja cada 15 días (Jiménez 1998).

¹Ing. Agr. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). correo electrónico: ricahernandezr@yahoo.es

²Ing. Agr. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC). correo electrónico: dojich6427@hotmail.com

- B. Flor y fruto:** La inflorescencia es un espádice cilíndrico de 0.20 m de longitud, recubierto por una espata. Las flores femeninas están localizadas en la base y las masculinas en la parte superior de la inflorescencia. La sección del espádice que contiene las flores masculinas son tres o cuatro veces mayores que la sección que contiene las flores femeninas. Las flores masculinas poseen seis estambres cuyas anteras están completamente unidas, mientras que las flores femeninas poseen un ovario súpero y son trímeros, con placentación axilar. Los frutos son de color rojo y a veces dehiscente. En la planta de otoo la producción de fruto y semilla es poco común (Jiménez 1998).
- C. Cormelos:** La planta de otoo produce entre cinco y ocho cormelos, cuya longitud oscilan entre 10 y 20 cm, con pesos de 400 a 800 g, aproximadamente. Los cormelos presentan una forma elíptica, cuya cubierta externa, toma una coloración chocolate oscura y la interna, blanca o lila. Los cormelos están de cosecha entre 10 y 12 meses (Jiménez 1998).

FASES FENOLÓGICAS

Para comprender cuando la planta de otoo es más susceptible al ataque de patógenos, es determinante conocer la biología de la planta. Este conocimiento nos ayudará a formular estrategias integradas de manejo de plagas y enfermedades tomando en cuenta los umbrales de daño económico. Con ello se evita incrementos en los costos de producción y aplicaciones de pesticidas innecesarios, que tienden a contaminar el ambiente y afectar la salud del hombre. Las fases fenológicas del cultivo de acuerdo a Jiménez (1998) son las siguientes:

- A. Fase vegetativa:** Comienza con la emergencia de la semilla (plántula, de 0 a 20 días) y termina con la aparición de los cormelos, que ocurre a los 90 días después de la germinación (ddg).
- B. Fase de tuberización o reproductiva:** Inicia con la aparición de cormelos y culmina cuando la planta alcanza el máximo desarrollo foliar (90-180 ddg).
- C. Fase de senescencia o de maduración:** En esta fase ocurre una disminución progresiva del follaje y un crecimiento rápido de los cormelos (180-360 ddg) (Figura 1).

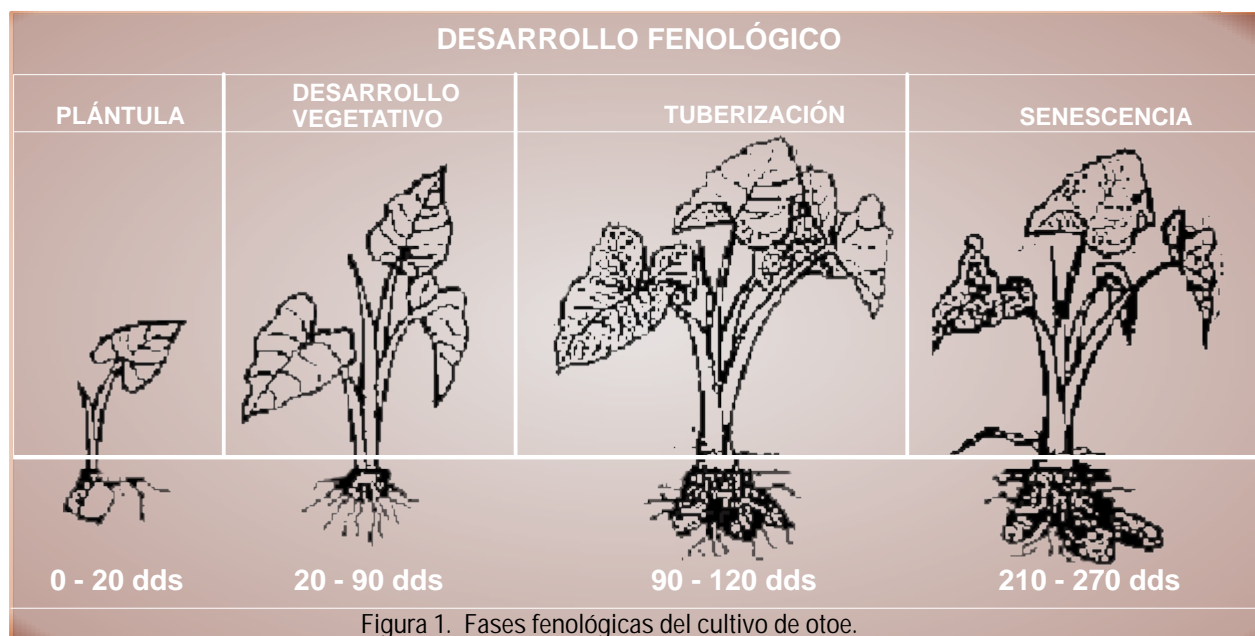


Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de otoo.

REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

- A. **Luz Solar:** El otoo es un cultivo de foto período corto, puesto que necesita de 11-12 horas luz. La luz influye en el número de hojas, tamaño del cormo, crecimiento y altura de la planta (Jiménez 1998).
- B. **Temperatura:** La planta alcanza un mejor desarrollo a una temperatura promedio de 25° C y mínima de 18° C (Jiménez 1998).
- C. **Precipitación:** Este cultivo se desarrolla bien en regiones en donde la precipitación pluvial sobrepasa los 1000 mm, distribuidos en forma uniforme durante el período fenológico del cultivo (Jiménez 1998).
- D. **Nutrientos:** El otoo es poco exigente a la aplicación de fertilizante cuando los suelos poseen contenidos medios de los tres elementos primarios (Nitrógeno (N) – fósforo (P) – potasio (K)). Sin embargo, responde bien a la aplicación de fertilizante cuando se siembra en suelos de bajo contenido de nutrientes (Jiménez 1998).
- E. **Suelos:** Requiere de suelos francos, profundos, fértiles, ricos en materia orgánica, con buen drenaje y pH 5.5 a 6.5 . Deben evitarse suelos pedregosos, arcillosos o arenosos. El terreno debe tener pendientes menores de 5% (Jiménez 1998).
- F. **Altitud:** Este cultivo se adapta desde el nivel del mar hasta, aproximadamente, 1500 msnm. En alturas superiores los rendimientos de cormelos se reducen considerablemente.

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO

A. Selección del terreno

Para seleccionar el terreno es importante tomar en cuenta los siguientes requisitos:

- a. Suelo franco, profundo, libre de piedra y troncos
- b. Fértiles
- c. Bien drenado
- d. Precipitación mayor de 1000 mm
- e. Pendiente menor del 5% (Figura 2).

B. Preparación de suelo

Cero labranza

La cero labranza consiste en no remover el suelo y sembrar la semilla o la planta germinada en un hoyo. El abono se introduce en un orificio al lado de la planta. El manejo de las malezas se realiza con machete, desbrozadora o a través del uso del gramínicida. La labranza cero es particularmente recomendable en terrenos con pendientes mayores del 10%, donde el propósito es reducir la pérdida de suelo por erosión hídrica.

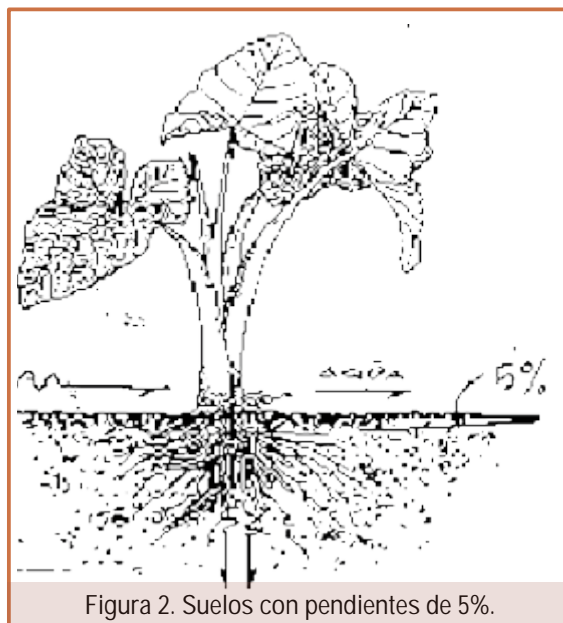


Figura 2. Suelos con pendientes de 5%.

Mínima labranza

En la mínima labranza el suelo recibe un pase de rastra o se prepara el lugar o sitio donde se va a sembrar la planta y luego se aporca. En este sistema se hoya el suelo y se deposita la planta germinada.

Labranza convencional

La labranza convencional consiste en roturar el suelo antes de la siembra. Los pasos a seguir son:

- a- Subsolar el suelo a una profundidad de 0.80 cm, dos meses antes de la siembra.
- b- Se realiza el primer pase de rastra 10 días antes de la siembra, con el objetivo de destruir las malezas que hayan germinado y terminar de desmenuzar el suelo.
- c- El segundo pase de rastra se debe efectuar cinco días antes de la siembra, con el objetivo de destruir las malezas que hayan germinado y terminar de desmenuzar el suelo (Figura 3).



Figura 3. Preparación de suelo.

El surcado es una práctica obligante; los surcos tienen una altura de 0.30 a 0.40 m y la separación entre surcos es de 1 m. Los surcos deben hacerse en forma horizontal a la pendiente y con salidas de agua (Figura 4).

C. Cultivares

A nivel local, se siembran dos cultivares: San Andrés (*Xanthosoma violaceum* Schoot) y Comander (*Xanthosoma sagittifolium* Schoot).

En el país, el 98% de las áreas destinadas a la siembra de otoo utilizan el cultivar San Andrés, cuyos cormelos son de pulpa morada y se destinan a los mercados de exportación y al consumo local. Este cultivar posee un periodo fenológico de 12 meses, y una expresión de producción hasta 14772 kg/ha (325 qq/ha).

El cultivar Comander tiene cormelos de pulpa blanca y se cultiva exclusivamente para exportación, su fenología es parecido al del cultivar San Andrés. Ambos cultivares son susceptibles al complejo de bacterias y hongos que dañan el sistema radicular y que ocasionan daños al follaje.



Figura 4. Parcela surcada en contra de la pendiente para evitar la erosión.

D. Sistema de propagación

En nuestras condiciones este cultivo es muy poco frecuente la floración y no ocurre la formación de semilla sexual, por lo que se utiliza la propagación vegetativa o asexual. En la propagación asexual del otoo se pueden utilizar el cormo, cormelos enteros o partidos, cormelitos y los cortes del tallo conocidos también como "hijos". Sin embargo, el material de propagación asexual más utilizado para la obtención de semilla es el cormo. Una vez que culmina la cosecha, se procede a separar el cormo del pseudotallo, y se colocan en un lugar con sombra, fresco y que esté protegido de roedores, insectos, otras plagas o enfermedades, hasta que se inicie la próxima siembra. Cuando inicia la estación lluviosa, se procede a limpiar los cormos, que consiste en separar de ellos la tierra y hojas secas. Esta labor permitirá distinguir las yemas.

E. Selección, picado y tratamiento de la semilla

1. Selección del material

De cuatro a cinco días antes de que se inicie el período de siembra, se procede a seleccionar el material vegetativo que se va a utilizar (cormos, cormelos o cormelitos). Se prefieren los cormos, ya que presentan un mayor número de yemas vigorosas y completamente viables.

Entre los aspectos importantes que deben tomarse en cuenta a la hora de seleccionar el cormo están: La forma, ésta debe ser cónica, uniforme y evitar aquellas que presentan deformaciones; el tamaño o peso y su estado fitosanitario, ya que no deben presentar manchas acuosas y secas, ni galerías hechas por larvas de insectos, ni daños mecánicos ocasionados en el proceso de cosecha (Figura 5).



Figura 5. La Selección de los cormos (a) y cormelitos (b) debe hacerse una semana antes, y escogerlos de buen tamaño y libre de patógenos.

2. Picado del material de propagación

El primer paso en la preparación del material de propagación es el lavado. Para ello se sumergen los cormos y cormelos en una tina con agua clorinada, esto consiste en agregar 10 gotas de cloro comercial (hipoclorito de sodio al 3.5%) por galón de agua y cepillar hasta quitar toda la tierra y raíces.

El lavado del cormo se realiza con el propósito de encontrar las yemas e identificar la presencia de manchas acuosas o secas, ocasionadas por los patógenos, para poder descartar los cormos y cormelos infestados, evitando la propagación de enfermedades en la próxima siembra.

En el proceso de picado del cormo es importante desinfectar el machete o cuchilla con agua clorinada, para evitar la contaminación que pueda ocurrir de un cormo infectado a otro sano.

En la selección de la semilla se prefieren las zonas próxima y central del cormo, con alto contenido de carbohidratos. La zona terminal del cormo está formada por tejido parenquimatoso no nutritivo y yemas no desarrolladas, lo cual no es una zona que ofrece las mejores condiciones para el desarrollo de las yemas.

El cormo con un peso entre 2.27 y 3.18 kg (5 y 7 lb) se secciona en cuatro partes, descartando la parte basal del mismo. Es importante que las semillas o tabletas tengan un peso de 85 g, donde se distingan por lo menos dos yemas (Figura 6).

Los cormelos pequeños de 50 a 100 g, se pueden usar enteros como material de propagación, por lo tanto, no es necesario picarlos.

Una vez cortada la semilla, las secciones deben separarse de acuerdo a su procedencia en el cormo. Las semillas que proceden de la parte proximal del cormo germinan más rápido que las que proceden de la parte central.



Figura 6. El picado de semilla debe hacerse unos días antes de la siembra, cada sección del cormo debe tener de una a dos yemas bien definidas y con un peso promedio de 85 g.

3. Tratamiento del material de propagación

Inmediatamente después de picado el cormo, las semillas son tratadas con una mezcla de un insecticida - fungicida, las dosis se describen en el Cuadro 1. Esta labor se realiza con la finalidad de proteger la semilla de los daños que puedan ocasionar hongos e insectos de suelo, en los cortes realizados a la misma.

CUADRO 1. FUNGICIDAS E INSECTICIDAS RECOMENDADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA SEMILLA.

Nombre Genérico	Dosis de PC
I. Oxamil + Captan	34 ml/galón de agua + 23 g/galón de agua
II. Malathion + Benomyl	6.0 ml/galón de agua + 2.0 g/galón de agua

PC: producto comercial

Una vez preparada la solución, el productor debe protegerse para esta labor, con la utilización de guantes, botas, máscara y delantal plástico (Figura 7).

Para iniciar el tratamiento, se colocan 100 semillas en sacos de mallas o cajas plásticas con orificios y se sumergen en la solución por espacio de 10 minutos (Figura 7). Pasado el tiempo de tratamiento, se acomodan en el suelo con el corte hacia arriba y bien separadas como para que circule el aire entre las semillas y se acelere la suberización. Es importante que la semilla sea colocada sobre una plataforma de arena y bajo sombra. Culminada las 72 horas de cicatrización, la semilla estará lista para la siembra.

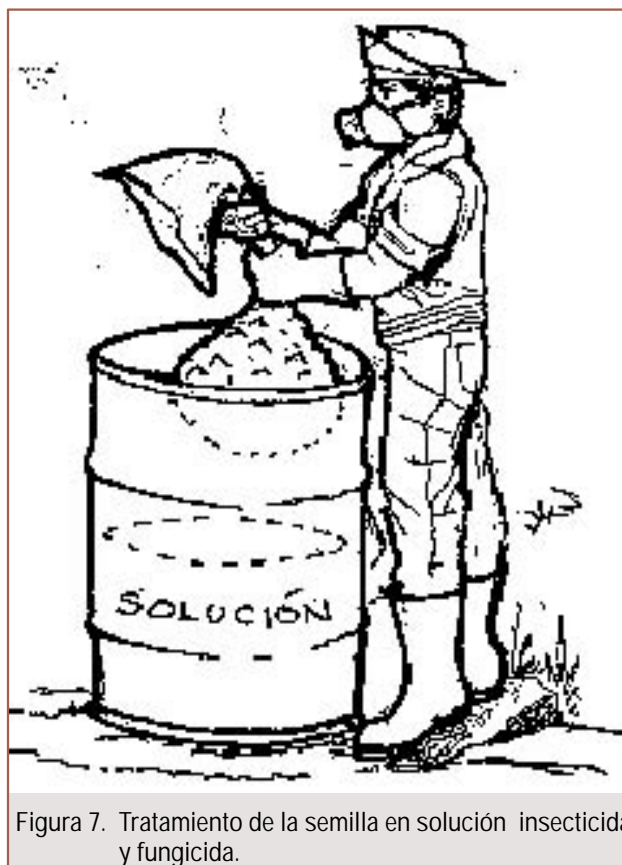


Figura 7. Tratamiento de la semilla en solución insecticida y fungicida.

F. Siembra

1. Época

La siembra debe efectuarse entre mayo y junio, período en que se inicia la época lluviosa en la mayor parte del país. No obstante, si se cuenta con semilla y sistema de riego, la siembra puede hacerse durante todo el año.

2. Arreglo espacial y densidad de siembra

La siembra se efectúa de forma manual. La semilla se coloca con el corte hacia arriba para que las yemas tengan un mejor contacto con el suelo, a 10 cm de profundidad, en los huecos hechos con la coa, la parte superior y central del surco o lomo (Figura 8).



Figura 8. Siembra de la semilla en el lomo del surco.

El cultivar San Andrés ha expresado las mayores producciones de cormelos de exportación con una distribución espacial de 1.00 m entre hileras y 0.45 m entre plantas, con población de 22 222 plantas de otoi por hectárea (Hernández *et al.* 2003a).

La distribución espacial no es extrapolable de un sitio a otro, ya que ésta depende de la estructura y fertilidad del suelo, del sistema de producción, del régimen de precipitación pluvial y objetivo de siembra. En el Cuadro 2 se presentan algunos arreglos espaciales y las poblaciones de plantas.

CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CULTIVAR DE OTOE SAN ANDRÉS.

Distancia (m)		Población (plantas/ha)
Entre hileras	Entre planta	
1.00	0.45	22 222
1.00	0.50	20 000
1.00	0.75	13 330

G. Manejo de suelo y fertilidad

El suelo es la base sobre la cual se realiza toda actividad de producción. Para el cultivo de otoi los requerimientos generales son: suelo profundo, de fertilidad media - alta, tener buen drenaje, de textura franca, franca-arcillosa, franca-limosa o franca-arenosa. El buen manejo del mismo, es crítico para lograr altos rendimientos y calidad en el cormelo.

Se han establecido ciertas prácticas generales que permiten mejorar el manejo del cultivo. Entre estas tenemos el muestreo de suelos para su análisis físico-químico, las curvas de fijación, los ensayos de elementos faltantes y los ensayos de campo. Permitiendo recomendar fertilizantes y enmiendas de acuerdo a las necesidades del cultivo. Igualmente, la aplicación de prácticas de conservación permitirá una agricultura sostenible desde el punto de vista ecológico.

1. Muestra de suelo

Previo a la siembra se recomienda la realización del muestreo del área a sembrar. Los pasos a seguir para la ejecución del muestreo de suelo, de manera que se logre obtener muestras representativas, son los siguientes:

1. Divida el terreno en parcelas, de acuerdo a características como color del suelo, pendiente, manejo anterior, drenaje, entre otras.
2. En cada parcela dividida, tome por lo menos de 15 a 20 sub muestras.
3. En parcelas uniformes, una muestra de suelo compuesta puede representar hasta cinco hectáreas.
4. Debido a que el área utilizada por el productor promedio es de una hectárea, se recomienda al menos tomar cinco sub muestras.
5. La profundidad del muestreo debe ser de 30 cm.
6. El recorrido de la parcela se realiza siguiendo un patrón en “W”, que permita recorrer todo el terreno y que la muestra de suelo compuesta así obtenida represente claramente el área a sembrar.
7. Las sub muestras deben mezclarse en recipientes limpios, secarse al aire, pesar 5 lb y enviar al laboratorio de suelos del IDIAP para el análisis respectivo.
8. En general, se deben tomar precauciones, en todo el proceso, que reduzcan el riesgo de contaminar las muestras con desechos de animales, residuos de fertilizantes y desperdicios sólidos, entre otras, que alteren los resultados el análisis.

2. Requerimiento nutrimental de la planta

El cultivo de otoo es exigente de los elementos primarios, nitrógeno, fósforo y potasio, principalmente, cuando se siembra en suelos deficientes y de los secundarios en moderadas cantidades calcio, magnesio, azufre y los micro elementos (hierro, cobre, zinc, boro, manganeso, cloro) que son absorbidos en mínimas cantidades por la planta (Hernández *et al.* 2006).

a. Nitrógeno (N)

Las plantas lo absorben en mayor cantidad, en la forma aniónica oxidada, como nitrato (NO_3): pero existen otras formas que incluyen nitrógeno molecular (N_2), formas catiónicas reducidas como amonio (NH_4), formas químicas orgánicas como la urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

El N es un constituyente de todas las proteínas, enzimas y predomina en forma orgánica dentro de la planta. El N asimilado actúa parcialmente en forma estructural, le da color verde a las plantas, promueven el crecimiento rápido, aumenta el contenido de proteínas. Las deficiencias de este elemento se presentan en la planta de otoo con una coloración pálida de las hojas nuevas y poco desarrollo foliar y por ende, baja su crecimiento. La deficiencia del N en la planta de otoo se puede corregir con la aplicación de 150 kg/ha (3.3 qq/ha) de N, distribuida en dos aplicaciones, una a la emergencia del cultivo y la otra a los 90 días después de la siembra (dds). El exceso de nitrógeno produce un abundante follaje, reduciendo los rendimientos (Hernández y Jiménez 2003).

b. Fósforo (P)

La planta de otoo necesita el P en menor cantidad que el nitrógeno, la relación es de 3:1 o sea tres partes de N por una de fósforo. El P está asociado con varias funciones vitales de la planta y es responsable de varias características del crecimiento, tales como la utilización del azúcar y el almidón, la fotosíntesis, la formación del núcleo en la división celular y en la formación de grasas y transmisión de factores hereditarios. Las funciones principales son la de estimular el desarrollo de raíces, acelera la maduración y es indispensable en la formación de los frutos. El P después de ser absorbido por la planta de la solución del suelo, se encuentra dentro de ellas en forma inorgánica y orgánica.

El P inorgánico tiene poca importancia en ayudar a la ejecución de mecanismos fisiológicos o enzimáticos importantes para la planta. La forma orgánica tiene mayor importancia, ya que es una fuente de energía para el metabolismo de los carbohidratos. Por su participación activa en la síntesis de proteínas, su deficiencia ocasionaría un menor crecimiento de la planta y fuerte reducción del área radical, aunque la deficiencia de este elemento en el cultivo de otoo es poco frecuente por la habilidad de la planta de absorber este nutrimento. En los suelos deficientes, esta anomalía se corrige con la aplicación de 60 kg/ha (1.32 qq/ha) de Superfosfato Triple a la emergencia del cultivo, incorporado a 10 cm de distancia de la planta. El P es un elemento poco móvil en el suelo, por lo cual se debe suministrar al inicio de la plantación. La deficiencia del P en la planta de otoo se presenta en las hojas, con una coloración rojiza hasta marrón (Hernández y Jiménez 2003).

c. Potasio (K)

El K es un elemento importante al igual que el nitrógeno y su relación es de 3:3. El otoo extrae el potasio del suelo y de las fertilizaciones que se le da al cultivo, por medio de las raíces y la absorben en forma iónica (K^+). Es un elemento de fuerte demanda por la planta. Si existe gran disponibilidad en el suelo, las plantas lo absorben en forma indiscriminada. Una característica importante es que siempre se acumula en los tejidos vegetales donde la división celular y los procesos de crecimiento son más activos. El K es un elemento móvil dentro de la planta, estimula la turgencia celular y actúa en gran parte como activador enzimático. Otras de sus funciones son la de regulador osmótico, traslocación de azúcares, síntesis de almidón e incremento de la actividad de nódulos fijadores de nitrógeno.

Los síntomas de deficiencia de K pueden variar de acuerdo al grado de escasez. En general, la deficiencia se presenta con un amarillamiento en los bordes de las hojas, un raquitismo generalizado hasta que la planta muere. Cuando se cultiva en suelos deficientes, el cultivo responde bien a la aplicación de 80 kg/ha (1.76 qq/ha) de K_2O aplicado a la emergencia y nuevamente a los 90 dds (Hernández y Jiménez 2003).

En el Cuadro 3 se presentan las recomendaciones para satisfacer los requerimientos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del cultivo de otoo.

CUADRO 3. FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE OTOO.

Días después de la siembra	Fuente	Dosis (kg/ha)
30	30-10-30	409 (9 qq/ha)
90	Nitrato de Potasio	113 (2.48 qq/ha)

Siendo el otoo, una planta altamente consumidora de N, P y K, estas dosis deben suplir las necesidades de nutrimentos en las diferentes fases fenológicas descritas (Hernández y Jiménez 2003).

La acidez de los suelos se produce por factores de lixiviación de bases, presencia de compuestos férricos o aluminicos y fertilización con productos que generan acidez. Cuando el suelo tiene un pH por debajo de cinco y un contenido alto de aluminio de 3 ppm o más, se recomienda la aplicación de carbonato de calcio entre 1-2 t/ha, 45 días antes de la siembra, como lo muestra la Figura 9 (Hernández y Name 2007).



Figura 9. Aplicación de cal al suelo en forma manual, seguido del pase de rastra, para incorporación de la cal.

1. Conservación de suelo

Las prácticas de conservación de suelo y agua son aquellas que promueven el manejo adecuado de estos recursos, así como también aseguran su uso más efectivo. Las mismas envuelven el suelo, la planta y la fase de ingeniería, cada una de gran importancia.

La fase suelo requiere un inventario de los suelos con los cuales se trabaja, una medida cuantitativa de sus características físicas e información en la respuesta del suelo a varios tratamientos. La fase planta tiene que ver con la adecuada cantidad de agua para el crecimiento de la planta y su utilización óptima como medio de prevenir la erosión y aumentar el movimiento de agua a través del perfil. La fase de ingeniería envuelve la integración física del suelo, agua y planta en el diseño de un sistema coordinado de manejo basado en la información física disponible.

Las prácticas agronómicas, culturales y mecánicas estructurales están dentro de las medidas que pueden utilizarse para la conservación de los suelos y evitar el deterioro de éstas por la erosión.

Las medidas culturales son de fácil aplicación y muy económicas, así como adecuadas para las regiones del trópico. Las medidas mecánicas estructurales requieren de una mayor complejidad en el diseño y construcción con un mayor costo.

Los métodos para controlar la erosión pueden incluir:

- a. Siembra en contornos a terrazas según el nivel del suelo.
- b. Establecimiento de cortinas rompe viento.

-
- c. Rotación de cultivos.
 - d. Labranza adecuada del suelo, evitando el uso excesivo de la mecanización y riego.
 - e. Establecimiento de poli cultivos incluyendo frutales y cultivos perennes.
 - f. Instalación de sistemas adecuados de drenajes.
 - g. En terrenos muy quebrados deben ser sembrados con frutales, café o bosques.

2. Practicas de conservación de suelo

a. Curvas a nivel

Es una curva trazada a nivel, en contra de la pendiente, que se utiliza para reducir la velocidad del agua. Se requiere no solo para los trabajos de conservación de suelo y el agua, sino también para la realización de una mejor agricultura. Este sistema se usa cuando la topografía es irregular, con pendientes mayores de 5%.

b. Cultivo en faja

Es la siembra de diferentes clases de cultivos o pastos, en fajas largas de terrenos, de distintas anchuras a través de una ladera, aproximadamente, a nivel. Por ejemplo: la faja de cultivo comercial va seguida de una faja de pasto o leguminosa que cubra el terreno totalmente, reduciendo de esta manera la erosión.

c. Abono verde

Es una práctica que los productores realizan, que consiste en sembrar un cultivo en una parcela (leguminosas) y luego que ésta cubre el terreno, se incorpora con un pase de rastra, el objetivo de esta labor es de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, restableciendo su fertilidad natural.

H. Requerimiento hídrico

1. Secano favorecido

La mayoría de las plantaciones de otoo son sembradas cuando inician las lluvias y dependen en un 100% de ellas, para su desarrollo y producción. El cultivo de otoo para su desarrollo requiere de 1 000 a 1 500 mm de precipitación, bien distribuida en todo el ciclo del cultivo.

2. Sistema de riego

En las provincias Centrales de Panamá se utilizan principalmente los sistemas de riego por gravedad y goteo. En otros países como Cuba, se emplea el riego por aspersión. Los sistemas de riego más utilizados son los descritos por Fajardo y Rodríguez (1986) que se mencionan a continuación:

a. Riego por aspersión

Este sistema consiste en conducir el agua a presión, por tuberías, mediante el uso de bombas impulsadas por motor, hasta el terreno que se requiere regar, allí se distribuye a los cultivos en forma de lluvia, por unas salidas especiales en los tubos que se llaman aspersores. Este sistema puede utilizarse en los siguientes casos:

- a. Tierras muy onduladas
- b. Suelos muy arenosos
- c. Terrenos que se erosionan con mucha facilidad
- d. Poca cantidad de agua disponible
- e. Terrenos muy altos
- f. Personal o mano de obra sin experiencia

b. Riego por micro aspersión

Es un método de riego a presión, por el cual se aplica agua al suelo usando aspersiones de pequeñas gotas, que humedece una porción del terreno.

c. Riego por goteo

Consiste en llevar el agua a presión por mangueras, hasta el lugar que se requiere regar. Las goteras o emisores son aberturas en la manguera lateral, tan pequeñas que el agua sale gota a gota al lado de la planta, aquí el suelo permanece mojado en la zona de las raíces, porque esta constantemente goteando. Así, el suelo no se satura, ni se encharca. Es ideal para realizar cultivos fuera de época. Se utiliza en la mayoría de los cultivos, con algunas ventajas:

- a. Útil en zonas donde escasea el agua y es costosa
- b. Sirve para controlar las malezas
- c. Se usa en zonas con pendientes muy pronunciadas
- d. Se puede aplicar fertilizantes (fertirriego) cada vez que se necesite

d. Fertirriego

Este método consiste en aplicar el fertilizante disuelto en el agua de riego, y se puede utilizar con cualquier sistema de riego arriba descrito; con este método se mejora la fertilización de los cultivos, porque se puede fraccionar el fertilizante sin costo adicional.

I. Protección vegetal

1. Muestreos periódicos

Es importante realizar muestreos periódicos en los cultivos, permitiendo conocer el estado en que se encuentra el cultivo y poder controlar cualquier tipo de plaga. Los niveles críticos son cambiantes, ya que la habilidad del cultivo de tolerar daño es variable.

2. Manejo y control de malezas

Las malezas son plantas no deseadas en un lugar, tiempo y espacio determinado. Existen varios métodos de control, sin embargo, estos deben ser integrados y sistemáticos. No existe un método que por sí sólo pueda controlar todas las malezas del complejo. Entre los métodos de control de malezas están: las medidas culturales, manuales, mecánicas, biológicas y químicas. La decisión de realizar o no el control de malezas, debe basarse en el punto donde las malezas empiezan a ocasionar daños económicos al cultivo.

En estos tiempos modernos se requiere integrar una serie de factores como: variedad, fertilidad, riego, control de insectos, enfermedades y malezas; si cualquiera de estos factores limitantes se descuida la expresión de producción de la variedad se reduciría. Las pérdidas de las cosechas en campo, por las malas hierbas, serán de igual magnitud o mayores que las ocasionadas por insectos o enfermedades.

Acosta (2000) efectuó una estimación de las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las malezas, en el cultivo de oteo, en Santa Fé de Darién, durante dos años de experimentación. Según Acosta (2000) el porcentaje de pérdidas del rendimiento de oteo por efecto de las malezas fue de 58%. Este resultado se obtuvo al comparar el rendimiento de una parcela que se mantuvo limpia (sin malezas) durante todo el período fenológico del cultivo, con el de una parcela enmalezada.

Efectos negativos de las malezas sobre el cultivo

- Hospedantes alternos de patógenos e insectos plagas

Las malezas, además de reducir los rendimientos de cormelos, son hospedantes de insectos plagas, como el adulto del barrenador del pseudotallo y organismos patógenos como la bacteriosis.

- Disminución de la calidad de la cosecha

Se ha dado el caso de rizomas de malezas como *Cyperus rotundus* e *Ipomea* spp que han perforado tanto el corno como los cormelos de la planta de oteo, desmejorando por consiguiente su calidad.

- Dificultan las labores de cosecha

Un ejemplo clásico es el de la maleza conocida como batatilla (*Ipomoea* spp); a pesar que se le puede manejar en la fase inicial del cultivo, es capaz de emerger más tarde e infestar de nuevo el cultivo; ocasionando el volcamiento de la planta de oteo y, durante la cosecha, el material verde dificulta la recolección. Debido a esto, muchos agricultores tienen que desherbar una vez más antes de la cosecha, cuando el cultivo se encuentra infestado de batatilla (Montaldo 1991).

Existen algunas malezas que poseen espinas, aguijones o pubescencia urticante o tóxica, constituyendo un problema para el personal que realiza la cosecha, debido a los daños físicos o reacciones alérgicas que pueden causar estas especies.

- **Aumenta el costo de producción**

La presencia de malezas en zonas agrícolas hace necesario el uso de un mayor número de accesorios de labranza, equipos de limpieza y aplicación, como también de mano de obra. Se ha calculado que, aproximadamente, el 50% de todas las labores mecánicas que se realizan en el cultivo de otoi como arado, rastrillada, nivelación y surcado, entre otros, tienen como fin el control de malezas.

- **Limitan la selección del cultivo a sembrar**

El Coquito (*Cyperus rotundus*) y la manisuri (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) son ejemplos de malezas que pueden limitar la producción de otoi en campos fuertemente contaminados.

- **Reducen el valor de la tierra**

Aquellas fincas invadidas por malezas perennes deprecian la tierra. Áreas infestadas por *Cyperus rotundus* y *Rottboellia cochinchinensis*, valen menos que zonas libres de estas especies.

- **Competencia por agua, luz, espacio y nutrientes**

Las malezas causan daño a los cultivos por sus efectos de competencia, por lo tanto es necesario conocer los elementos por los cuales compiten. Las malezas compiten principalmente por agua, luz, espacio y nutrientes.

- **Agua**

La competencia por agua es una de las más importantes y muchas veces superior a la competencia por nutrientes. Durante el período fenológico, el cultivo de otoi necesita cantidades de agua entre 1000 y 1500 mm de precipitación para producir óptimos rendimientos. También, las malezas necesitan agua que al tomarla limitan la cantidad disponible para el cultivo, perjudicando los rendimientos. Las malezas son verdaderas "bombas succionadoras" de agua y la absorben eficientemente. Tanto es así, que a menudo se observa a la planta de otoi totalmente marchita por carecer de agua y no así las malezas.

- **Luz**

Las malezas obstaculizan el paso de la luz, a las plantas cultivadas, reduciendo así la absorción de energía para la actividad fotosintética. Aunque la competencia por luz es tal vez una de las menos importantes, a veces se vuelve crítica, cuando la planta de otoi se encuentra en las primeras fases de crecimiento o desarrollo vegetativo, sobre todo porque la planta de otoi es de crecimiento lento.

- **Espacio**

En el caso del otoi, la competencia por espacio comprende tanto el espacio subterráneo como el aéreo. Las primeras plantas en ocupar cualquier área tienden a excluir las que aparecen posteriormente. Cuando ocurre una mala emergencia en la semilla de otoi, el espacio que queda libre, es ocupado por las malezas que compiten por el desarrollo de los cornelos.

- Nutrimientos

Las malezas son plantas vigorosas que demandan grandes cantidades de nutrimentos. Varios estudios han demostrado que, frecuentemente, las malezas acumulan mayores cantidades de nutrimentos que los cultivos.

Factores que afectan la intensidad de la competencia

La intensidad de la competencia de las malezas varía de un campo a otro, de una zona a otra, de una región a otra y de un año a otro, debido a factores tales como:

- 1-Adaptación de las malezas
- 2- Complejo de malezas
- 3- Época crítica de competencia (Doll 1996).

- Adaptación de las malezas

La capacidad de competencia que poseen las malezas se debe, en gran parte a la facilidad con que ellas se adaptan a diversos medios y condiciones, ya que poseen ciertas características tales como: Ciclo de vida parecido al del cultivo, rápido desarrollo, plasticidad de sus poblaciones, germinación dispereja, producción de inhibidores, producción de gran cantidad de semillas y fácil adaptación a las variaciones del clima (Mortimer 1996).

- Complejo de malezas

El complejo de malezas que existe en un campo está caracterizado por la agresividad que presentan las diferentes especies que componen dicho complejo; por el tamaño de sus poblaciones, por los efectos alelopáticos, es decir, por la capacidad de producir inhibidores y estimulantes o promotores, y por el efecto que él produce en los diferentes métodos de control de las malezas. Los factores que determinan el grado de agresividad de las malezas son: la especie, tipo, hábito de crecimiento, ciclo de vida, patrón de germinación y rapidez en su desarrollo.

- Época crítica de competencia

También afecta la intensidad de la competencia es afectada la época crítica del período fenológico del cultivo, ya que es ésta la época en la cual las malezas pueden competir más agresivamente.

Varios son los factores que determinan la época crítica de competencia entre las malezas y el cultivo, tales como: Las condiciones agroclimáticas del sitio del cultivo, su agresividad, la distribución espacial, la densidad de siembra y el vigor de las malezas. La época crítica de competencia entre el cultivo de otoo y el complejo de malezas ocurre entre los 30 y 150 días después de la siembra. Como regla general, se puede decir que la competencia de las malezas deja de ser importante en la medida que las plantas de otoo vayan cerrado, es decir que haya sombreado por completo el suelo (Ampong-Nyarko 1996).

Tipos de control

a. Cultural

Una de las prácticas culturales que origina cambios ecológicos en el complejo de malezas es la rotación de cultivos. Cuando se hace rotación de cultivos, el complejo de malezas existente sufre cambios, unas malezas sobreviven porque se adaptan a las condiciones del cultivo, otras aparecen en forma secundaria y otras son incapaces de sobrevivir (Labrada y Parker 1996).

Acosta (2000) realizó un estudio en Santa Fé de Darién, el cual consistió en rotar el cultivo de oteo con la leguminosa de cobertura ***Canavalia*** sp., por dos ciclos sucesivos. Se pudo observar que en el primer ciclo, predominaron las malezas gramíneas; y en el segundo ciclo la población de gramíneas se redujo considerablemente, sobresaliendo entonces las malezas de hoja ancha. Esto mostro cómo pueden suceder cambios en el complejo de malezas en un período corto de tiempo.

Otro estudio realizado por Acosta (2000) en Santa Fé de Darién, fue asociar el cultivo de oteo con guandú (***Cajanus cajan*** L). El estudio consistió en sembrar una hilera de frijol guandú por cada tres hileras de oteo. El frijol guandú se estableció junto con el oteo a una distribución espacial entre plantas de aproximadamente 3.0 m. Cuando el frijol cubrió la parcela de oteo, produjo un efecto de sombra tan intenso que suprimió la frecuencia de malezas, sin afectar el crecimiento, desarrollo y productividad de la planta de oteo.

b. Manual

Este método es uno de los más costosos, ya que se necesitan mantener el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo, esto implica la utilización de gran cantidad de mano de obra, para arrancar y cortar las malezas manualmente de tres a cuatro veces durante el ciclo del cultivo (Figura 10).



Figura 10. Parcela enmalezada, en este estado se recomienda el control manual ya que el control químico sería inadecuado.

c. Mecánico

Este se realiza utilizando implementos adaptables al tractor y su objetivo es sacar las malezas de su contacto directo con el suelo y el cultivo, causando un secamiento o enterrándolos. El control mecánico deja malezas en el surco cuando se efectúa inadecuadamente. Los implementos deben ser ajustados para que cubran las malezas del surco y no dañe el cultivo (Americanos 1996).

El uso de la desbrozadora mecánica en el cultivo de otoe es muy efectivo en el control de malezas, reduciéndose el tiempo de deshierba en un 80% con respecto al control manual. Un efecto significativo con el uso de la desbrozadora, es el mantillo que se obtiene y que permite a la planta de otoe contar con la humedad suficiente para mantener su crecimiento y desarrollo en el tiempo; además de reducir los daños por erosión (Moody 1996).

d. Químico

En relación al control químico se ha observado aumento de la población de malezas resistentes a un gran número de herbicidas. Para el control de las malas hierbas en el cultivo de otoe se recomienda el herbicida Diuron a razón de 2.5 kg/ha de producto comercial, en mezcla con glifosato a razón de 2 l/ha de producto comercial, en preemergencia del otoe.

e. Biológico

Es reducir la existencia de malezas con la ayuda de enemigos naturales, estos siempre están dirigidos a una especie en particular, lo que promueve que otras especies de malezas que son secundarias se conviertan en primarias. Hasta la fecha se ha realizado este tipo de control con éxito parcial contra 12 malezas (Terry 1996).

3. Manejo de insectos plagas

Los insectos plagas más comunes en el otoe son milpiés, que ataca a la semilla en el suelo (Figura 11a) y el barrenador del pseudotallo *Cacographis osteolalis* Lederer (Barba 2008). El barrenador ataca el pseudotallo o vainas de las hojas (Figura 11b), en la fase vegetativa. Para su control se recomienda la eliminación de las cepas dañadas.



Figura 11. Daños causados por el milpiés en la semilla (a) y el barrenador del pseudotallo en la planta (b).

El tratamiento químico de la semilla descrito anteriormente, constituye la mejor alternativa de control del milpiés.

El enfoque de manejo integrado de plagas hace uso de las prácticas agronómicas rutinarias para crear un agro ecosistema más favorable al cultivo y afectar el desarrollo y sobre vivencia de los patógenos. El control cultural es por naturaleza más preventivo que curativo, tiene un efecto que se extiende en el tiempo e implica muy poco o ningún aumento en los costos de producción (Aguilar 1991).

Muestreo de insectos

El muestreo de insectos es una herramienta usada en el sistema de manejo integrado y control de plagas, que ayuda en la toma de decisiones. Hay diversos tipos de muestreos usados en el manejo de plagas, como el número de batidas, muestreo en zigzag (Figura 12), trampas, entre otros. En base al resultado del muestreo se estima la población de insectos y el daño que causa. Esta información permite diagnosticar problemas y tomar decisiones para su control.



Figura 12. Sistema de muestreo en zigzag para determinar el daño causado por insectos.

Los insectos pasan por diferentes estados biológicos, en los cuales pueden ser más susceptibles a tácticas de manejo y control (químico, biológico o cultural).

Las plagas poseen la capacidad de adaptarse fácilmente a condiciones agro ecológicas de diferentes regiones favorecidas por la introducción del monocultivo.

El método de muestreo varía según la plaga y las características del cultivo. La frecuencia de muestreo varía de acuerdo a las fases fenológicas del cultivo, en etapas más susceptibles es necesario hacer muestreos frecuentes. Normalmente, las poblaciones se expresan en números de insectos por hoja o planta, gusano/m² e insectos/yemas, entre otro.

Medidas preventivas para el manejo de insectos

- **Preparación de suelo:** El objetivo de esta práctica es la exposición de los insectos o sus estadios a los enemigos naturales y a la radiación solar; igualmente, esta práctica se efectúa para destruir los residuos de cosecha eliminando el alimento y refugio de insectos.
- **Semilla certificada:** La finalidad de usar esta semilla es garantizar la pureza, la sanidad y mejor vigor de la plantación.
- **Rotación de cultivos:** Es una práctica para romper el ciclo biológico de las plagas eliminando poblaciones sucesivas.
- **Manejo del agua:** Esta práctica es utilizada para la eliminación de poblaciones de insectos de suelo.

La forma más barata y fácil de manejar y controlar las principales plagas y enfermedades del cultivo es mediante el uso de variedades resistentes. Sin embargo, a pesar de que en los programas de mejoramiento genético del mundo se han identificado y empleado muchas fuentes de resistencia, las variedades mejoradas muestran susceptibilidad a los principales patógenos en períodos que fluctúan entre cuatro y seis años después de haberse lanzado al mercado (Aguilar 1991).

Esta realidad en el control de plagas y enfermedades no puede depender exclusivamente en el uso de variedades resistentes.

4. Manejo y control de enfermedades

Factores que inciden en la proliferación de hongos patógenos en el cultivo de otoo

El comportamiento de las enfermedades según factores agro ecológicos es variable de año en año, estimulada por condiciones húmedas en la noche, por el rocío, altas temperaturas, sol brillante en el día, esporas diseminadas por el viento.

Medidas preventivas para el manejo de hongos patógenos

- Uso de variedades resistentes o utilizar semilla libre de patógenos.
- Efectuar tratamiento a la semilla con productos químicos.
- Realizar rotación de cultivo, sembrar en suelos sueltos y bien drenados, evitar los encharcamientos.
- Enterrar o destruir los residuos de plantas enfermas.
- Realizar la fertilización apropiada y necesaria para el buen desarrollo y crecimiento del cultivo.

Mancha concéntrica de la hoja - *Colletorichum gloeosporioides*

Se presenta con manchas de color marrón rojizo redondeadas y ovaladas, manchas aisladas en cualquier parte de la hoja, durante todo el ciclo del cultivo. Para su control, se deben eliminar residuos de cosecha, hacer podas periódicas con herramientas desinfectadas y sacar las hojas del campo, tener buenos drenajes, rotar el cultivo, utilizar semilla sana, tratar la semilla con productos químicos.

Mancha foliar - *Corynespora cassiicola*

Se inicia con manchas necróticas rodeadas de un halo clorótico, su tamaño es variable, cuando grande presenta una forma típica ovalada, de color castaño rojizo con bordes más oscuros; para su control se deben eliminar residuos de cosecha, hacer podas periódicas y sacar las hojas enfermas del campo, tener buenos drenajes, rotar el cultivo, utilizar semilla sana y tratar la semilla con productos químicos.

Mal seco o pudrición radical (Figura 13)

Esta enfermedad es causada por un complejo de fitopatógenos y factores agroecológicos.



Figura 13. La pudrición de raíces es el principal síntoma del mal seco de otoi, y este es ocasionado por un complejo de hongos, bacterias y nematodos.

Hay dos tipos de síntomas que caracterizan esta enfermedad:

- **Síntomas agudos**

Estos se presentan dos meses después de la siembra y se caracterizan por la necrosis/amarillamiento progresivo de los márgenes de las hojas hacia la nervadura principal y muerte de la hoja. Las plantas infectadas son enanas y producen poco o ningún cormo. Hay reducción de la altura de la planta y en el número y tamaño de las hojas; posteriormente, ocurre la muerte progresiva de raíces (Laguna *et al.* 1983).

- **Síntomas crónicos**

Plantas vigorosas y bien desarrolladas sufren un marchitamiento repentino. Asociado con este síntoma es la pudrición completa del sistema radicular (Figura 14).



Figura 14. Plantación de otoi afectada por el "Mal Seco".

Este complejo de patógenos que ocasiona el mal seco o pudrición radical está formado por:

- **HONGOS**
 - Pythium myriotylum*
 - Pythium splendens*
 - Rhizoctonia solani*
 - Fusarium solani*

- **BACTERIAS**
 - Erwinia* sp.
 - Xanthomonas campestris*

- **NEMATODOS**
 - Meloidogyne incognita*

Factores que favorecen el desarrollo de esta enfermedad en las plantaciones de otoo:

- Uso de semillas infectadas.
- Siembra en suelos mal drenados.
- Humedad relativa de 90%.
- Precipitación entre 1 400 y 1 700 mm.
- Acidez de suelo (pH 5.5 a 6.8).
- Utilización de maquinaria infectada en la preparación de parcelas sanas.

Para disminuir la incidencia de este problema se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Sembrar semilla sana y certificada.
- Tratar las semillas con fungicidas.
- Sembrar semillas en suelo sin historial de mal seco.
- Aplicar enmiendas al suelo.
- Sacar y enterrar plantas enfermas.
- Sembrar variedades tolerantes.
- Uso de prácticas culturales.
 - Semillas sanas
 - Densidades adecuadas
 - Buen drenaje
 - Aplicación oportuna de fertilizantes
 - Sembrar en el momento oportuno

Necrosis marginal bacteriana - *Xanthomonas campestris*

Se inicia con una necrosis marginal de la lámina, de color marrón, que está separada de la parte sana de la hoja por un halo clorótico. En las hojas viejas la necrosis avanza hasta el interior de la lámina secando la hoja (Figura 15).



Figura 15. Daños causados por bacterias en las hojas de oteo.

Para su control se recomienda: eliminar residuos, podas, buenos drenajes, rotación de cultivo. Se pueden usar el bactericida Oxitetraciclina, en dosis de 60 g por bomba de 20 l de agua (720 g/ha) atomizado al follaje durante el ciclo del cultivo (Figura 16).



Figura 16. Aplicación de productos químicos para el control de enfermedades.

Otra forma de disminuir el daño es con el deshoje, que consiste en eliminar todas las hojas secas y enfermas de la planta, dejándola con tres o cuatro hojas. En el caso de que todas las hojas estén enfermas, se deben eliminar aquellas que se vean más afectadas (Figura 17).

Durante el período fenológico del cultivo la planta debe recibir un máximo de cinco deshojes o podas sanitarias. El primero de ellos debe hacerse a los 90 días después de la siembra. Es necesario desinfectar el machete con cloro diluido (28 ml por galón de agua), para evitar contaminaciones.

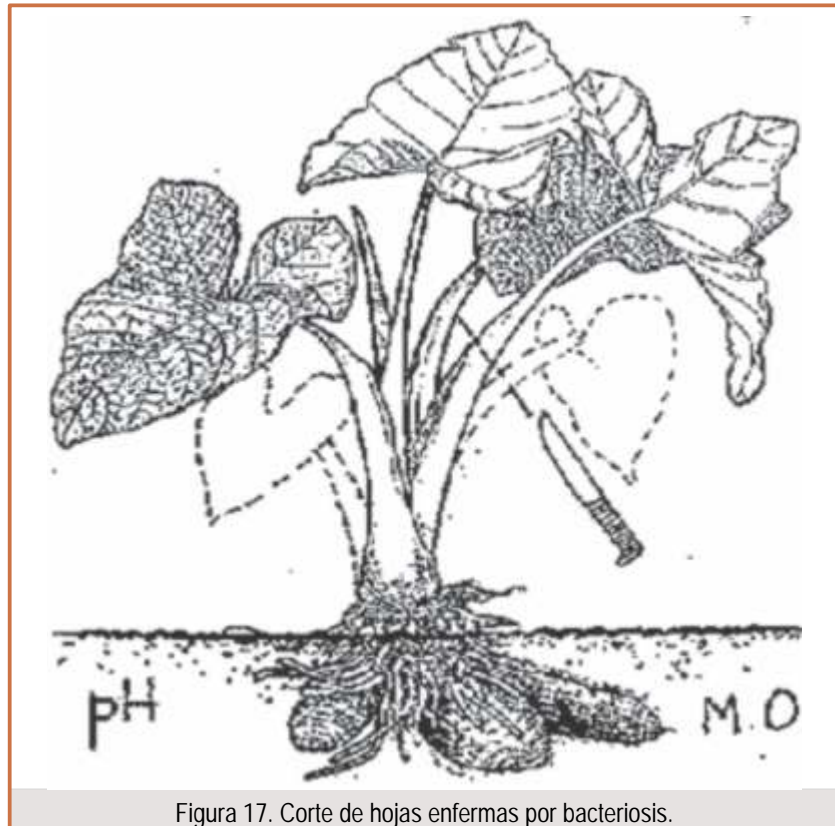


Figura 17. Corte de hojas enfermas por bacteriosis.

Virosis

La virosis es causada por el virus del mosaico del Dasheen (DMV), el cual es transmitido por áfidos. Los síntomas son variables; algunas plantas infectadas son asintomáticas. En las plantas enfermas se observa clorosis o vetas amarillas en forma de plúmula, reducción del desarrollo foliar y por lo tanto disminución del crecimiento. Esta enfermedad se presenta durante todo el ciclo del cultivo y en algunos casos su intensidad es alta y puede reducir la producción en un 50%.



Figura 18. Síntomas de virosis en las hojas de oteo.

Por ahora, esta enfermedad no tiene control, algunas de las recomendaciones para reducir su incidencia en el campo son: usar semilla sana, proveniente de un programa de producción de semilla certificada o plantones generados por técnicas de propagación *in vitro*, eliminar plantas enfermas del campo, manejo de los transmisores del virus (Figura 18).

Las técnicas del cultivo *in vitro* han demostrado ser eficientes en la propagación y saneamiento de otoi y malanga, infectados con el virus DMV. Para obtener plantas sanas se realiza un tratamiento con calor, denominado termoterapia, seguido por el cultivo de ápices meristemáticos (Bieberach y Fernández 1990).

En el Laboratorio de Agrobiotecnología del IDIAP, localizado en Divisa, se realiza el saneamiento y propagación de semilla de otoi y malanga, para fines experimentales y comerciales, a través de la técnica de cultivo *in vitro*.

La técnica consiste en incubar cormelos recién brotados a temperatura de 38° C y fotoperiodo de 16 horas luz, por espacio de seis semanas; este tratamiento de calor se denomina “termoterapia”.

Los ápices de las plantitas tratadas se siembran en un medio nutritivo y se mantienen en cuartos de crecimiento con un fotoperiodo de 12 horas, a una temperatura de 25 a 26° C e iluminación apropiada.

El estado fitosanitario de las plantas regeneradas se determina a través de pruebas serológicas y se propagan las plantas sanas hasta obtener la cantidad de individuos requeridos para la producción de semillas o el establecimiento de parcelas. Esta es la técnica de micropropagación.

Las plantitas con cinco hojas o más y buenas raíces son trasplantadas a bolsas plásticas, en casa de vegetación, para su adaptación paulatina a las condiciones naturales. Este período se conoce como “aclimatación”. El tiempo total que transcurre desde la termoterapia hasta la aclimatación es de 10 meses. El producto final son plantas sanas que pueden usarse para la producción comercial de semillas (Bieberach 1992).

5. Manejo de fitonematodos

Los fitonematodos son organismos multicelulares, generalmente microscópicos, en forma de gusanillo o tubos delgados que se encuentran diseminados en una gran variedad de ambientes y condiciones, algunas especies viven libres en el suelo (Christie 1979) y otras se asocian con los cultivos y causan enfermedades. Son muy pequeños para observarse a simple vista, por lo cual se requiere el uso de microscopios para su identificación (Figura 19).



Figura 19. Observación de una muestra de raíces con fitonematodos en el microscopio.

Los síntomas de los fitonematodos, que pueden atacar al cultivo y ocasionar pérdidas económicas, son: agallas sobre las raíces e hinchazón irregular en los cormelos (Figura 20).



Figura 20. Daño en el cormelo de otoi causado por fitonematodos.

Las especies más comunes de fitonematodos que ocasionan daños al cultivo de otoi son **Meloidogyne incognita**, **Pratylenchus coffeace** y **Scutellonema bradys** (Aguilar, 1991). El reconocimiento de posibles brotes de una infestación de fitonematodos se puede detectar mediante:

Revisión visual de plantas sospechosas y de raíces de planta individuales, y recolección de muestras de raíces y suelo para su respectivo análisis en el laboratorio (Figura 21).

La presencia de fitonematodos en las plantaciones de otoi representa un perjuicio potencial para la producción de este rubro, ya que su principal medio de diseminación es el material de propagación. Se recomienda realizar muestreos periódicos, cada 15 días, para la identificación de daños y evitar aplicaciones de químicos innecesarios, las cuales redundarían en aumento del costo de producción y contaminación del ambiente (Hernández *et al.* 2003b).

6. Roedores

El roedor (**Macrogeomys** sp.) es el más importante en el cultivo de otoi; se le ha encontrado haciendo daño a los cormos y cormelos almacenados y en campo, donde se introduce en el suelo por galerías y muerde los cormelos que todavía están unidos a la planta (Figura 22).

Una forma de controlarlo es eliminar las acumulaciones de montes o tierras que se hacen alrededor de la parcela.



Figura 21. Muestreo cada 15 días para la identificación de daños por fitonematodos.

7. Agricultura orgánica

Es un sistema de producción en el cual se usan insumos naturales (estiércol de animales, abono orgánico, reciclaje de los rastrojos, abonos verdes, polvos minerales), con el fin de mantener la diversidad vegetal y animal, así como la fertilidad del suelo y promover la conservación de la biota (García 1998).

La finalidad de la agricultura orgánica, es la producción de alimentos de buena calidad, a través del manejo de las plagas (insectos, enfermedades, malezas) de los cultivos y fertilidad de la tierra por medio de la vida, procurando mantener el equilibrio en los ecosistemas naturales. Esta alternativa contribuye a disminuir el alto consumo de pesticidas en el planeta e implica una verdadera modernización de la agricultura, por lo cual se debe tomar en cuenta los beneficios que ofrece:

- ▲ Elimina el uso de los agroquímicos y es una herramienta de prevención primaria y protección de la salud de los trabajadores agrícolas.
- ▲ Trabaja con la observación, considera al suelo como un organismo vivo, posibilita y necesita del diálogo entre agricultor y la naturaleza.
- ▲ Es ecológicamente equilibrada, trabaja con los fenómenos naturales, recupera tierras degradadas, mantiene y recupera la biodiversidad.
- ▲ Produce alimentos de mejor calidad nutricional y protege la salud del consumidor. Fomenta el empleo, puede lograr mayor productividad por área cultivada. Económicamente rentable.



Figura 22. Roedor causando daños a los cormelos de otoo.

COSECHA

En momento de la cosecha varía según la época de siembra, estado fisiológico, fertilidad, precipitación. Las plantas se cosechan cuando la mayoría de las hojas están amarillentas, lo que puede ocurrir entre 7 y 10 meses. La cosecha del cultivo de otoo es la actividad más costosa.

A. Manual

La cosecha manual debe realizarse cuidadosamente para evitar daños mecánicos y mermas de la producción; ésta se hace empleando coas para levantar los cormelos (Figura 23). El costo de la mano de obra empleada en la cosecha representa dos tercios (2/3) del costo total de la mano de obra para el cultivo.

B. Semi-mecanizada

La cosecha semi-mecanizada se realiza con una cosechadora de papa adaptada al cultivo de otoi. La cosechadora es tirada por un tractor de 275 hp, el surco es levantado y el otoi cae en la parte posterior de la máquina, inmediatamente es recogido en sacos o cajas, llevándolo a la planta en donde es clasificado, según las exigencias del mercado.

Esta labor se realiza con suma facilidad, ahorrando tiempo, disminuyendo costos y evitando golpes o daños mecánicos al tubérculo. La cosecha mecanizada es poco practicada en nuestro medio; sin embargo, en otros países es usada desde hace tiempo.



Figura 23. Cosecha manual de otoi.

MANEJO POSTCOSECHA

Los productores tratan de colocar la cosecha lo más pronto posible en el mercado, de no ser así dejan la cosecha en el campo esperando precio o la oportunidad de venderlo inmediatamente para evitar pérdidas del producto por deshidratación, daños de insectos y pudriciones causadas por los golpes a la hora de la cosecha.

A. Selección, lavado y empaque

Cuando la cosecha es para la exportación, se debe proceder de la siguiente manera: Inicia la cosecha temprana haciendo una preselección de los cormelos, estos son traídos a la planta de empaque en donde son lavados en una tina de 1.5 m de ancho por 6 m de largo, se lavan para retirar la tierra, se secan, se envuelven en papel periódico blanco y se empacan en cajetas de 40 lb.

La dimensión que debe tener el cormelo es 0.20 m de largo y 0.15 m de ancho, con peso de 6.0 onzas.

La producción para el consumo interno:
Seleccionar y ensacar. Algunos compradores exigen que el otoi sea empacado y transportado en cajas.

B. Tratamiento y almacenado

El otoi lavado se pasa por una solución de Benomyl (fungicida) para protegerlos de hongos (Figura 24a y b). Después de secarlos, se empacan y se introducen en contenedores con aire acondicionado (Figura 25).



COMERCIALIZACIÓN

El productor vende en el campo a un intermediario o a través de cooperativas o asociaciones, para la exportación.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A UTILIZAR	COSTO TOTAL
PREPARACIÓN DE SUELOS				
Arado	h/maquina	25.00	3.5	87.50
Rastra (2)	h/maquina	25.00	2.5	62.50
Surcado	h/maquina	25.00	1.5	37.50
SUBTOTAL				187.50
INSUMOS				
Semilla	Cormos	0.10	4444	444.40
FERTILIZANTES				
Nitrato de Potasio	qq	35.00	3	105.00
20-10-20	qq	42.50	9	382.50
INSECTICIDAS				
Oxamil (Vydate L)	l	17.00	1.0	17.00
FUNGUICIDAS				
Benomyl (Benlate)	kg	31.00	1.0	31.00
BACTERICIDA				
tetraciclina (Agrimicin)	lb	24.00	2.0	48.00
HERBICIDAS				
Diuron	kg	10.60	2.5	26.50
Pendimetalina	l	11.50	2.0	23.00
Glifosato	l	8.50	2.0	17.00
SUBTOTAL				650.00
MANO DE OBRA				
Preparación de suelo	Jornal	5.00	2	10.00
Limpieza, selección, picado y tratamiento de semilla.	Jornal	5.00	9	45.00
Siembra	Jornal	5.00	14	70.00
APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS				
Herbidas	Jornal	5.00	3	15.00
Abonamientos (2)	Jornal	5.00	4	20.00
Insecticidas	Jornal	5.00	1	5.00
CONTROL DE MALEZAS MANUAL	Jornal	5.00	29	145.00
Cosecha	Jornal	5.00	40	200.00
Estibado cosecha	Jornal	5.00	2	10.00
Transporte de insumos	qq	0.40	38	15.00

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A UTILIZAR	COSTO TOTAL
Transporte de cosecha	Jornal	0.20	2	40.00
Sacos	unidad	0.35	200	70.00
Hilo	Cono	9.00	1	9.00
Aguja	unidad	0.20	2	4.00
SUBTOTAL				658.00
Imprevistos 5%				96.97
Intereses en 10 meses sobre el total				122.14
Total				2157.84
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento	qq		200	
Precio	qq	15.00		
Costo de producción	ha			2157.84
Costo	qq	10.79		
Ingreso Bruto	ha			3000.00
Ingreso Neto	ha			842.16
Ganancia	qq	4.21		4.21

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, MA. 2000. Agronomía de Raíces y Tubérculos (entrevista). Panamá, Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Aguilar, JA; Concepción, J. 1989. Evaluación de germoplasmas locales e introducidos de oteo (*Xanthosoma* sp.) Ocú, 1988-1989. *In* Resultados de las investigaciones realizadas en 1988. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p. 114-117.
- Aguilar F, PG. 1991. Plagas de las plantas tuberosas tropicales. *In* Manual de manejo integrado. Santiago, CL. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 104 p.
- Americanos, PG. 1996. Papa. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Raíces y Tubérculos. Capítulo 15. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 311 – 315.
- Ampong-Nyarko, K. 1996. Raíces y Tubérculos Tropicales. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Raíces y Tubérculos. Capítulo 15. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 317 – 323.
- Arce, BJ. 1988. Eco fisiología de las raíces y tubérculos tropicales. *In* Seminario taller sobre producción de aráceas, ñame, oteo y yuca. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Barba, A. 2008. Entomología agrícola (entrevista). Divisa, PA. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Bieberach, C; Fernández, O. 1990. Eliminación de virosis de oteo por cultivo de meristemas. *In* Resultados de las Investigaciones realizadas en 1988. Hortalizas, Raíces y Tubérculos, Frutales. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p. 126-128.
- Bieberach, C. 1992. Avances de la investigación en cultivos de tejidos de raíces y tubérculos. Resultados de la Segunda Jornada Científica Agropecuaria 1992. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p. 27-28.
- Christie, JR. 1979. Nematodos de los vegetales: su ecología y control. Limusa, MX. Segunda reimpresión. 273 p.
- Doll, DJ. 1996. Dinámica y complejidad de la competencia de malezas. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 3. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 31 – 37.
- Fajardo, RM; Rodríguez, B. 1986. Manual de auto-instrucción para el riego agrícola, una guía para agricultores en pequeña escala. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, CL. FAO. 119 p.

-
- García B, P. s/f. Métodos alternativos para el uso de los plaguicidas en actividades agropecuarias. P. A. García Blandon. Costa Rica. Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá- INCAP/OPS, Proyecto de plaguicidas y Salud-PLAGSALUD/OPS. Proyecto de Salud y Seguridad en la Agricultura - OIT. Curso Centroamericano a Distancia Sobre Prevención de Intoxicación por Plaguicidas, Unidad No 4 Métodos Alternativos para el uso de los plaguicidas en Actividades Agropecuarias.
- Hernández, RR; Jiménez, D; Name, B. 2006. Dinámica Nutrientes en el cultivo de oteo en suelos Ultisoles de Ocú, *In* Resultados de Investigación en oteo, POA 2006. Proyecto de Raíces y Tubérculos. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 7 p.
- Hernández, RR; Jiménez D. 2003. Determinación de dosis óptimas económicas de N y K en el cultivo de oteo Ocú, Herrera, 2003. *In* Resultados de Investigación en oteo, POA 2003. Proyecto de Raíces y Tubérculos. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 10 p.
- Hernández, RR; Jiménez, D; Name, B; Aguilar, JA. 2003a. Determinación de la densidad óptima de siembra del cultivo de oteo en un ultisol de Ocú, Herrera. 2003. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Informe Técnico. *Sin publicar*.
- Hernández, RR; Jiménez, D; Aranda, G; Aguilar J, A. 2003b. Identificación de fitonematodos asociados al cultivo de oteo en Ocú Herrera. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Informe Técnico. 7p.
- Hernández R.; Name, B. 2007. Efecto de diferentes dosis de cal sobre la acidez del suelo y la productividad del oteo (*Xanthosoma violaceum* Schoot, Ocú, 2007. *In* Resultados de Investigación en oteo, POA 2007. Proyecto de Raíces y Tubérculos. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 6 p.
- IIVT (Instituto de Investigación de Viandas Tropicales). 2007. Instructivo Técnico de Los Cultivos de Malangas (*Colocasia y Xanthosoma*). Cuba. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales. 57 p.
- Jiménez, J. 1988. Las aráceas comestibles: el tiquizque y el ñampi. *In* Seminario taller sobre "Producción de aráceas, ñame, oteo y yuca". Panamá. p. 53.
- Labrada, R; Parker, C. 1996. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 1. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 1 –8.
- Laguna, IC; Salazar, LC; López, JF. 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de las aráceas *Xanthosoma* sp. y *Colocasia esculenta* (L) Schatl en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. CATIE, Departamento de Producción Vegetal. p. 28.
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2007. Dirección de producción agrícola. Informe de estadística de superficie y producción de yuca, ñame y oteo, 2006-2007. Santiago de Veraguas, Panamá. 1 p.

-
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos. Segunda edición. San José, CR. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Libros y Materiales Educativos/IICA; n 021. 408 p.
- Moody, K. 1996. Cereales. Manejo de malezas en cultivos selectos. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 13. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 263 – 271.
- Mortimer, AM. 1996. La Clasificación y Ecología de las malezas. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 2. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 11 – 27.
- Sánchez Diez, R; Villarreal, J; Name, B. 2004. Planificación y manejo para la conservación de los suelos y aguas. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá y Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Manual Técnico. 103 p.
- Terry, JP. 1996. Frutales. Manejo de malezas en cultivos selectos. *In* Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 16. Estudio FAO Producción y protección vegetal 120. Roma, IT. FAO. p. 327 – 329.

MANUAL TECNICO
Alternativas de Manejo Integral en
el Cultivo de Otoe
(*Xanthosoma violaceum* Schoot

Es una publicación del



Comisión de Revisión Técnica
Rodrigo Morales, M.Sc.
Ricardo Jiménez, M.Sc.
Audino Melgar, Ing. Agro.
Carlos Saldaña, M.Sc.
Leonardo Marcelino, M.Sc.
Gladys González D., M.Sc.
Emigdio Rodríguez, M.Sc.
Pedro Guerra, M.Sc.
Manuel H. Ruiloba, Ph.D.

Revisores Técnicos
Julio Abrego, Ing. Agro.
Carmen Y. Bieberach Forero, M.Sc.
Julio Santamaría G.; Ph.D.

Edición
Neysa Garrido, M.Sc.

Diagramación
Gregoria Hurtado

Dibujos
Emiliano Velarde

Impresión
Departamento de Publicaciones
Nivel Central, Panamá

1ra Edición: 2010-50 ejemplares
Reimpresión: 2011-100 ejemplares
Reimpresión: 2012-50 ejemplares

