UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN –DIGI-

PROYECTO:

"Búsqueda, colecta y caracterización agromorfológica de cultivares de macal *(Xanthosoma violaceum)* procedentes del suroccidente de Guatemala".

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición
-PRUNIAN-

Ing. Agr. Martín Salvador Sánchez Cruz [1]
Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruíz Recinos [2]
Ing. Agr. David Alvarado Güinac[3]

Mazatenango, enero de 2008.

[1] Coordinador IIDESO
[2] Coordinador del Proyecto
[3] Investigador

INDICE GENERAL

Resumen iv
I. Introducción 1
II. Antecedentes 2
III. Justificación 3
IV. Objetivos 4
1. General 4
2. Específicos 4
V. Revisión de Literatura 5
1. Marco Conceptual 5
1.1. Origen y distribución del macal *(Xanthosoma violaceum)* 5
1.2. Clima 5
1.3. Propagación 5
1.4. Plantación y manejo 6
1.5. Variedades 7
1.6. Cosecha y rendimientos 8
1.7. Usos en alimentación y nutrición 8
1.8. Composición nutricional 9
1.8. Plagas y Enfermedades 10
1.9. Colecta de especies vegetales 10
1.10. Descripción Sistemática 12
1.11. Caracterización 13
1.12. Taxonomía Numérica 14
2. Marco Referencial 16
2.1. Descripción del lugar de Búsqueda y Colecta de cultivares de macal 16
2.2. Descripción del lugar de Caracterización Agromorfológica de macal 18
VI. Metodología 19
VII. Resultados y su discusión 24
1. Objetivo específico UNO: Búsqueda y colecta cultivares de macal. 24
2. Objetivo específico DOS: Caracterización agromorfológica de los cultivares de macal. 28
2.1 Análisis Cluster 29
2.2 Análisis de Componentes Principales 30
3. Objetivo específico TRES: Determinación el manejo agronómico. 34
4. Objetivo específico CUATRO: Propuesta de materiales promisorios. 36
VIII. Conclusiones 38
IX. Recomendaciones 40
X. Bibliografía 41
XI. Anexos 43

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
1.	Contenido de nutrientes de macal *(Xanthosoma violaceum)* por 100 gramos.	10
2.	Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Suchitepéquez.	24
3.	Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Retalhuleu.	25
4.	Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Quetzaltenango.	26
5.	Resultados de localización de materiales de macal del departamento de San Marcos.	26
6.	Materiales establecidos en campo.	28
7.	Variables que diferenciaron al material XV-R16.	30
8.	Valores de varianza y varianza acumulada de los dos componentes principales.	31
9.	Lista parcial de los valores propios de los dos componentes principales del análisis de 25 variables en 21 materiales de Macal.	32
10.	Variables componentes del rendimiento, para los 21 materiales de macal evaluados.	36
11.	Matriz básica de datos de 21 materiales de Macal.	44

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Página
1.	Planta de macal sostenida por un agricultor de la costa sur.	6
2.	Plantas de macal rojo y blanco desarrollándose en huerto casero.	7
3.	Tubérculos de macal *(Xanthosoma violaceum)*	9
4.	Mapa del Sur Occidente de Guatemala y zonas de vida.	17
5.	Distribución espacial de las posturas dentro de la parcela de macal a caracterizar agromorfológicamente.	20
6.	Localización de materiales de macal, en zonas de vida por cada departamento.	27
7.	Fenograma de 21 materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.	29
8.	Distribución de 21 materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala, según análisis de componentes principales.	33
9.	Tiempo de poseer el cultivar por parte de los agricultores de los materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.	34
10.	Forma de propagación del macal por parte de los agricultores, en la zona Suroccidental de Guatemala	35
11.	Boleta de toma de datos de procedencia de materiales de Macal.	45
12.	Boleta de toma de datos sobre manejo agronómico del cultivo de macal.	46

Resumen

En la presente investigación se consideraron como objetivos: buscar, colectar, caracterizar agromorfológicamente, conocer el manejo agronómico y proponer los cultivares promisorios del macal *(Xanthosoma violaceum)* en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu y las zonas costeras de Quetzaltenango y San Marcos.

Los materiales colectados se sembraron y se caracterizaron en la granja docente Zahorí del Centro Universitario del Suroccidente (CUNSUROC), ubicada en el municipio de Cuyotenango del departamento de Suchitepéquez. La caracterización se realizo empleando un análisis multivariado utilizando los análisis de Componentes Principales y de Conglomerados (Cluster), para identificar la variabilidad existente en los cultivares de macal.

Como resultados de la investigación se puede mencionar que en la zona se localizaron 34 materiales de macal, de los cuales 13 pertenecen al departamento de Suchitepéquez, 13 al departamento de Retalhuleu, cinco en el departamento de Quetzaltenango y tres en el departamento de San Marcos. De los 34 materiales localizados, únicamente dos se ubican en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido y se encuentran en la parte costera del departamento de San Marcos. Así mismo los restantes 32 materiales que se distribuyen en los cuatro departamentos en estudio, se localizan en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido.

Además, según el análisis Cluster, determina la variabilidad de los 21 materiales de Macal, en donde se observa que a un coeficiente de similitud (Distancia Euclidiana) de 34.5, se origino la primera división que consiste en dos grandes grupos, donde el grupo 1 a la izquierda en el fenograma, formado por los materiales XV-S04, XV-S07, XV-R10, XV-R18, XV-R19, XV-R25, XV-Q28, XV-Q29 y XV-SM33, se diferencian del resto, por no presentar formación de cormelos. Por otra parte, el grupo 2 formado a la derecha en la gráfica del fenograma, lo conforman los materiales XV-R16, XV-S11, XV-S09, XV-S06, XV-SM32, XV-R15, XV-S13, XV-R24, XV-S02, XV-R21, XV-S05 y XV-S01, los cuales se diferenciaron por ser materiales que si forman cormelos.

Por otra parte, de la información colectada, la mayoría, el 32%, reporto poseer las plantas de macal desde un tiempo no mayor a los 5 años, además un 15% reporto tener la planta desde un tiempo de entre cinco y diez años, un 12% la a tenido desde un tiempo entre 11 y 15 años y un mínimo porcentaje (el 6%) ha tenido la planta desde un tiempo mayor a los 15 años.

En lo referente a la propagación del macal, en su mayoría, el 29% lo realiza por medio del transplante de hijuelos de la planta madre, un 24% lo realiza por medio de la siembra de cormos, o sea transplantando directamente la planta madre y un 12%

realiza la propagación del macal por medio de la siembra de los cormelos generados por la planta madre.

El manejo agronómico y comercializan del macal no se reporta, con acepción de la aplicación de riego que la realizan únicamente cuando la planta de macal tiene fines ornamentales y se encuentra dentro de un jardín, aplicándole riego juntamente con el jardín, en época seca.

De los 21 materiales de Macal considerados en el estudio, solamente tres se consideran que presentan rendimientos, en cormos y cormelos, por arriba de la media general, siendo éstos uno proveniente del departamento de Suchitepéquez, el material XV-S01 del cantón Santa Marta, en Mazatenango y los materiales XV-R16 y XV-R22 provenientes del Cantón Francisco Vela del Municipio de San Felipe y de la Aldea Ajaxa del municipio de Santa Cruz Mulúa, respectivamente.

Por lo que se recomienda realizar estudios sobre el comportamiento de los materiales de macal, en diferentes condiciones de manejo agronómico y utilizar como promisorios al material XV-S01 del cantón Santa Marta, en Mazatenango y los materiales XV-R16 y XV-R22 provenientes del Cantón Francisco Vela del Municipio de San Felipe y de la Aldea Ajaxa del municipio de Santa Cruz Mulúa, respectivamente, para futuras investigaciones sobre dicha especie.

I. Introducción

Guatemala es considerada como uno de los grandes centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas, motivo por el cual existe una gran riqueza genética que debe ser conservada y estudiada para futuros trabajos de mejoramiento de las plantas; así como, para conocer sus bondades nutricionales como recurso alimenticio de la población guatemalteca.

Si bien es cierto, varias plantas nativas se han estudiado y ahora se conocen sus potenciales alimenticios y su agronomía, pero muchas plantas no se han estudiado agronómicamente y pasan desapercibidas en los huertos familiares o como plantas de ornato. El macal *(Xanthosoma violaceum)* es una de estas plantas, produce abundantes tallos comestibles y pueden almacenarse por varios meses, crece en diferentes suelos con temperaturas cálidas y con época de lluvia de mayo a octubre. Los tallos se comen cocidos con sal, en atole, en diferentes caldos y comidas (se usan como papa), en tortitas y se pueden hacer tamalitos. Las hojas tiernas también son comestibles, y los tallos de menor calidad (los cormos) pueden utilizarse para alimentar animales e incluso para alimentar humanos cuando hay escasez de alimento.

El objeto de estudio es constituido por los materiales de macal que se puedan encontrar en la región suroccidental de Guatemala. Por lo que existe la inquietud de determinar su distribución geográfica en la región; conocer sus características morfológicas; determinar si su uso es aprovechado al máximo en la alimentación como fuente de proteínas y carbohidratos; el agricultor le brindará los cuidados y manejos adecuados para optimizar su producción; tendrán aceptabilidad en la población mediante el consumo de sus rizomas, tallos y hojas; además existirán cultivares sobresalientes en cuanto a producción y rendimiento.

Con la realización de esta investigación se obtendrá el germoplasma de macal del suroccidente del país, se generará información complete de la caracterización de la totalidad de materiales que se colecten; además se conocerá el manejo agronómico que los agricultores le realizan a su cultivo o plantas de macal, y algo muy importante es que se recomendarán en las publicaciones los materiales promisorios de esta especie estudiada, se indicarán sus ventajas y desventajas y a partir de esto se podrá pensar en el futuro en promover su cultivo y consumo para aumentar la disponibilidad de alimentos y mejorar la dieta alimenticia de las familias pobres del país. Además con esta investigación se estarán rescatando los materiales de macal en peligro de extinción.

II. Antecedentes

El macal *(Xanthosoma violaceum)* es uno de éstos tubérculos, siendo una planta que crece en las regiones cálidas de Guatemala, tanto en el suroccidente, como en el norte del país, pocos agricultores lo cultivan en sus huertos para consumo familiar y es posible que actualmente se encuentre en peligro de extinción, debido a que las nuevas generaciones no la cultivan año con año al igual que sus progenitores; así mismo, con el paso del tiempo dado a patrones culturales ya casi no se le conoce, lo cual provoca un abandono de los cultivos, sin obtener provecho de su potencial fitogenético y alimenticio para la población guatemalteca.

Según estudios realizados por Guzmán, (1,975), los rizomas se consumen en cualquier grado de crecimiento, siempre y cuando ya puedan pelarse. Se pueden comer de varias maneras: cocidos con sal, en atole, en caldos y diferentes comidas (similar a la papa), en tortitas, se pueden hacer tamalitos (usando masa de macal en lugar de masa de maíz) y se puede preparar leche; también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite.

Además, se puede obtener un harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal. (Wu-Leung, W. y Flores, M. 1961).

Las hojas tiernas también son comestibles. El tallo principal también se puede comer, sólo que es un poco fibroso, por lo que no es muy apetitoso. De los tallos pueden hacerse por procesos industriales alimentos para animales y humanos. (Wu-Leung, W. y Flores, M. 1961).

El macal es consumido en varios países del mundo, en Belice, por ejemplo se prefiere el macal más que la papa. Estados Unidos también importa macal, solo que tiene restricciones en cuanto a su tamaño. (Wu-Leung, W. y Flores, M. 1961).

III. Justificación

Esta investigación se justifica debido a los problemas de hambre que sufren los habitantes de varias comunidades de Guatemala, como por ejemplo: Jocotán y Camotán en el departamento de Chiquimula; así como, las comunidades de la costa sur que fueron afectadas por la tormenta Stan recientemente. Otro aspecto importante es la crisis actual de la agricultura, el aumento de la población y la pérdida de los recursos fitogenéticos que ocasionarán serios problemas de hambre a las familias pobres de Guatemala en los próximos años.

Si bien es cierto, varias plantas nativas se han estudiado y ahora se conocen sus potenciales alimenticios y su agronomía, pero muchas plantas no se han estudiado agronómicamente y pasan desapercibidas en los huertos familiares o como plantas de ornato. El macal *(Xanthosoma violaceum)* es una de estas plantas, produce abundantes tallos comestibles y pueden almacenarse por varios meses, crece en diferentes suelos con temperaturas cálidas y con época de lluvia de mayo a octubre. Los tallos se comen cocidos con sal, en atole, en diferentes caldos y comidas (se usan como papa), en tortitas y se pueden hacer tamalitos. Las hojas tiernas también son comestibles, y los tallos de menor calidad (los cormos) pueden utilizarse para alimentar animales e incluso para alimentar humanos cuando hay escasez de alimento. Además los tallos pueden industrializarse para producir harina y leche (macal milk).

La planta de macal es de ciclo anual, se siembra en mayo y se cosecha desde enero a mayo del siguiente año. Produce abundantes tallos los que se comen cocidos recién cortados o pueden almacenarse por un tiempo de cuatro o más meses bajo condiciones de temperatura ambiental y sin instalaciones sofisticadas para su almacenamiento.

De acuerdo a lo anterior, podemos justificar esta investigación desde los siguientes puntos de vista: Ecológico, en el sentido de colectar cultivares de macal y crear un banco de germoplasma, evitando así su pérdida y preservando de esta manera su biodiversidad que se encuentre en el suroccidente; Mejoramiento de plantas, con el propósito de detectar y delimitar nueva variabilidad genética y propiciar programas de selección de cultivares en cuanto a producción, resistencia a plagas y enfermedades y condiciones adversas; Social y Económico, con el afán de propiciar alternativas de cultivares que alcancen buenas producciones, resistencia a factores bióticos y abióticos, mediante los cuales genere ingresos a las personas de las áreas rurales y puedan complementar su dieta básica alimenticia; Extensión de la USAC, es escasa o nula información en el suroccidente en cuantos a estudios de distribución, manejo y caracterización de cultivares de macal, por lo que se desaprovecha su potencial fitogenético, agronómico y alimenticio, por lo que la Universidad de San Carlos como encargada de la investigación, debe efectuar estudios para determinar éste potencial, contribuyendo así a su preservación, diversificación y mejora genética.

IV. Objetivos

1. General

Buscar, colectar y caracterizar agromorfológicamente cultivares de macal *(Xanthosoma violaceum)* procedentes del suroccidente de Guatemala.

2. Específicos

- Buscar y colectar cultivares de macal *(Xanthosoma violaceum)*
- Caracterizar agromorfológicamente los cultivares de macal recolectados.
- Determinar el manejo agronómico que el agricultor le realiza al cultivo.
- Proponer materiales promisorios.

V. Revisión de Literatura

1. Marco Conceptual

1.1. Origen y distribución del macal *(Xanthosoma violaceum)*

El macal pertenece a la familia Araceae, se conoce con los nombres comunes de: tiquisqui, malanga colorada, quequihque, quequeshque, quequexque, quiscamote, quiscamo, badú, ox, munul, rutia y xcucutmacal, (Williams 1981).

Según Williams (1981), el macal es nativo de los trópicos americanos y actualmente se cultiva en todos los trópicos del mundo.

Es una planta terrestre, común en las orillas de los ríos, con grandes raíces que son comestibles después de su cocimiento. La planta presenta un tallo acaule, sus hojas son grandes, acorazonadas de 12 a 25 cm. de ancho. La espata tiene limbo lanceolado y amarillento. Las flores machos están separadas de las hembras por órganos neutros y tienen anteras entrelazadas que se abren en la cúspide. Los ovarios tienen estilos cortos, coronados, con muchos óvulos. (Azurdia, et. al. 1986)

La raíz es un rizoma tuberoso, rodeado de tubérculos de menor tamaño, los cuales constituyen la parte comestible. La capacidad de producción es de 30 a 60 T por hectárea. La producción se logra desde los 3 hasta los 10 meses. Los tubérculos son duros, con corteza oscura y pulpa blanca. (Azurdia, et al. 1986) En Guatemala no se tienen plantaciones comerciales, sólo se tienen plantas en algunos huertos familiares. En Belice se cultiva comercialmente y tienen mayor preferencia que la papa.

1.2. Clima

Según Williams (1981), el macal se desarrolla en climas cálidos húmedos. En Guatemala crece en diferentes suelos con época de lluvia de mayo a octubre, se encuentran plantas desde el nivel del mar hasta 400 msnm, en suelos que no se inundan.

1.3. Propagación

El macal se propaga asexualmente, algunos agricultores utilizan los tallos modificados subterráneos (rizomas), otros utilizan secciones del tallo principal (cormo) pero sin hacer selección de yemas. Las mejores plantaciones y cosechas se obtienen seccionando los cormos y dejando en cada sección una sola yema principal. La siembra se realiza directamente en el campo definitivo al principio de la época lluviosa. (Observaciones de campo del autor 2003)

Las plantas propagadas por pequeños rizomas y secciones de cormo sin yema principal o con poca reserva producen plantas débiles y los rizomas son más pequeños, que los que producen las plantas propagadas por medio de secciones de cormo con una yema principal y abundante reserva. (Observaciones de campo del autor 2003)

1.4. Plantación y manejo

El macal es una planta que crece bajo la luz directa del sol. La sombra y los suelos anegados no favorecen su crecimiento y desarrollo. Produce tres tipos de formas de tallos subterráneos: 1) tallos esféricos que están fuertemente adheridos al tallo principal; 2) tallos alargados, delgados en la base y más gruesos en la parte apical; y 3) tallos en forma de manos, son tallos aplanados de 1.5 a 3.5 cm. de grosor, y de ancho y largo variable.

Figura 1. Planta de macal sostenida por un agricultor de la costa sur.
Fuente: Trabajo de campo del Autor, (2,007)

La semilla de macal se siembra directamente en campo definitivo al inicio de las lluvias y después de 30 a 35 días inicia la emergencia de las plantas. Las secciones de cormos con una sola yema principal y abundante reserva producen plantas vigorosas desde la emergencia y ocho meses después de la siembra pueden iniciarse la recolección y comercialización de los tallos modificados.

Estas cualidades pueden contribuir a aumentar la reserva de alimentos en las familias de escasos recursos económicos. Todas estas cualidades mencionadas, justifican que se busque, se colecte, se caracterice, se conserve para luego promover su cultivo y consumo en la población guatemalteca.

La caracterización también es justificable al generar información sobre la morfología, producción y rendimiento, aspectos que determinarán el potencial genético de las especies de macal. Además la información que se generará con la caracterización de los cultivares colectados, servirá de base para trabajos posteriores de resistencia genética para áreas con poca precipitación y la creación de un programa de manejo agronómico del cultivo del macal en áreas con limitación de riego.

1.5. Variedades

En Guatemala se han observado dos tipos de cultivares, que ocasionalmente se encuentran en los huertos familiares.

1) El macal rojo que produce rizomas grandes, que continúan creciendo en lugar de generar nuevas plantas con las primeras lluvias del año siguiente. El color de los tallos es rojo y no es muy apetecido por consumidores debido al olor que produce.

2) El macal blanco, sus rizomas son de color blanco, es muy apetecido por los consumidores, pero tiene la desventaja que los rizomas que no se han arrancado producen nuevas plantas con las primeras lluvias del año siguiente. Esta desventaja se soluciona arrancando los rizomas al inicio de las lluvias y almacenándolos en un lugar seco.

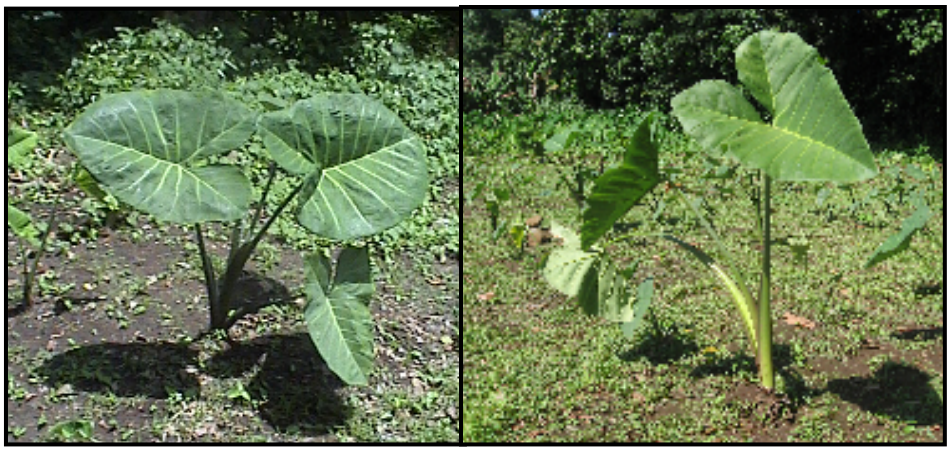


Figura 2. Plantas de macal rojo y blanco desarrollándose en huerto casero.
Fuente: Trabajo de campo del Autor (2,007).

Otras plantas muy parecidas al macal se encuentran en la rivera de los riachuelos y lugares húmedos de la región suroccidental de Guatemala, pero contienen abundantes cristales de oxalato de calcio que causan fuertes picazones en la piel y los cormos al cocinarlos y comerlos causa ardor en la boca y la lengua. Estas plantas se conocen con el nombre común de quequestes.

1.6. Cosecha y rendimientos

En las plantas propagadas por pequeños rizomas y secciones de cormos sin yema principal, la cosecha se realiza un año después de la siembra y muchas plantas no producen macales aptos para la venta. Mientras que en las plantas propagadas por secciones de cormo con una yema principal y abundante reserva, la cosecha puede iniciarse a los ocho o nueve meses después de la siembra, a medida que el tiempo transcurre los macales sazonan y adquieren mayor peso.

En el caso del macal blanco y principalmente los rizomas alargados, al llegar a su madurez se desprenden del cormo principal y al iniciarse las lluvias, deben arrancarse y almacenarse, para evitar que se produzcan nuevas plantas y pierdan su valor comercial.

El promedio estimado de producción por hectárea, según Williams (1981), es de 19.7 toneladas (394 quintales/ha), equivalente a 19.7 millones de calorías. En mediciones realizada por el autor se ha encontrado que una planta de macal produce de dos a tres kilogramos de rizomas y el cormo o tallo principal llega a pesar de 2.5 a 8 kilogramos.

1.7. Usos en alimentación y nutrición

Los rizomas se consumen en cualquier grado de crecimiento, siempre y cuando ya puedan pelarse. Se pueden comer de varias maneras: cocidos con sal, en atole, en caldos y diferentes comidas (similar a la papa), en tortitas, se pueden hacer tamalitos (usando masa de macal en lugar de masa de maíz) y se puede preparar leche; también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite.

Se puede obtener un harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal. (Wu-Leung, W. y Flores, M. 1961).

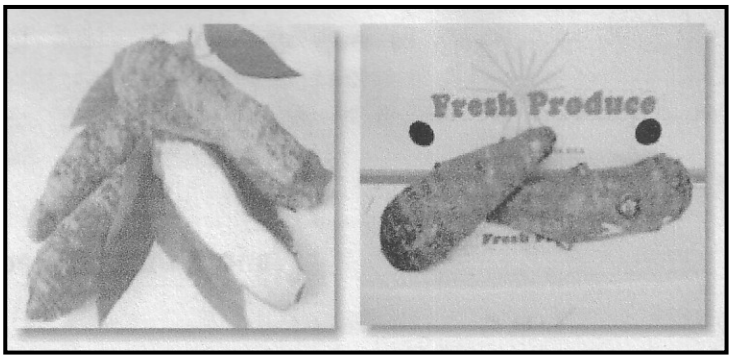


Figura 3. Tubérculos de macal *(Xanthosoma violaceum).*
Fuente: Guzmán, D. J. (1,975).

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas. Esta utilización es común en varias especies y una de ellas, el belembé, se cultiva exclusivamente por sus hojas. (Wu-Leung, W. y Flores, M. *1961).*

Las hojas tiernas también son comestibles. El tallo principal también se puede comer, sólo que es un poco fibroso, por lo que no es muy apetitoso. De los tallos pueden hacerse por procesos industriales alimentos para animales y humanos.

El macal es consumido en varios países del mundo, en Belice, por ejemplo se prefiere el macal más que la papa. Estados Unidos también importa macal, solo que tiene restricciones en cuanto a su tamaño.

El macal tiene la ventaja que al manipular la planta, ya sea en la preparación de la semilla, en la cosecha o en la preparación de las comidas no produce picazón en el cuerpo, debido a que no posee abundantes cristales de oxalato de calcio.

1.8. Composición nutricional

La composición química y valor nutritivo de las raíces de macal son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. A continuación se muestra su contenido nutricional:

Cuadro 1. Contenido de nutrientes de macal *(Xanthosoma violaceum)* por 100 gramos.

Composición	Valores (%)
Agua (g)	65.9
Proteína(g)	1.7
Grasa (g)	0.3
Carbohidratos totales	30.9
Fibra cruda (g)	0.6
Ceniza (g)	1.2
Calcio (mg)	14
Fósforo	56
Hierro (mg)	0.8
Actividad de vitamina A (ug)	10
Tiamina (mg)	0.13
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.7
Acido ascórbico	5
Valor energético (Kcal.)	132

Fuente: Wu-Leung, W. y Flores, M. (1961).

1.8. Plagas y Enfermedades

Según observaciones de campo del autor (2005), los rizomas y raíces son afectados por plagas del suelo, como las gallinas ciegas que deforman los rizomas, y al dañar las raíces afectan el desarrollo de las plantas. Los nemátodos también dañan las raíces y deforman los rizomas. Así también los tepezcuintles y coches de montes causan pérdidas en las cosechas cuando se cultiva el macal en lugares donde abundan estos animales, como en el departamento de Petén.

La planta también es afectada por hongos que dañan el follaje, como la antracnosis y otras manchas foliares de fácil control.

Las buenas cosechas de macal se obtienen cuando se selecciona adecuadamente la semilla y se mantienen las plantaciones libres de malezas.

1.9. Colecta de especies vegetales

1.9.1. Razones técnicas para realizar una colecta

Según Fundora (1999), la colecta de germoplasma puede ser una actividad muy cara y los fondos son casi siempre muy limitados, por lo que tiene que haber una

justificación para cada colecta. Las principales razones pueden resumirse de la siguiente forma:

- El recurso en cuestión está en período de erosión genética o aún en extinción.
- Tener una clara necesidad de este recurso.
- La diversidad del recurso esta insuficientemente representada.
- Se necesitan más recursos.

1.9.2. La colecta de especies silvestres y de especies cultivadas.

Ambos tipos de colecta se diferencian bastante, ya que para las especies silvestres, el momento de la cosecha puede ser muy estrecho, debido a que las semillas cuando maduran se desgranan rápidamente, mientras que las de las plantas cultivadas permanecen en la planta y pueden encontrarse almacenada.

De esta forma según Fundora (1999), planificar el tiempo de la colecta debe ser el aspecto más preciso para las especies silvestres, y no serán necesarias visitas repetidas, pero si mayor permanencia en la misión de recolecta, con una exploración más exhaustiva, debido a que las poblaciones de estas especies están más dispersas, son más escasas y están en lugares inaccesibles.

1.9.3. Recomendaciones para una colecta exitosa

Según la FAO (1994) citado por Fundora (1999), la exploración y la colecta son actividades que ponen en juego muchos recursos (biológicos, físicos, económicos y humanos), y requieren planificación. Por eso planificar antes de efectuarla y completar los siguientes pasos son de utilidad:

1) Definir la especie objetivo.
2) Es preciso reunir información sobre su distribución y habitats, tipos de reproducción, épocas de fructificación, potencial de regeneración y técnicas para colectarlas.
3) Conocer el ambiente social y político de la región que se va a explorar, verificar si se cuenta con suficiente información (ej. Hojas cartográficas, vías de acceso).

1.9.4. Recolección del material y exploración.

López (1999), menciona que para la mayor parte de las especies el material que ha de recogerse son semillas, si bien en otros casos puede tratarse de bulbos, tubérculos, raíces, plantas enteras, o incluso granos de polen, dependiendo de las características de la especie y del modo en que vaya a ser conservado el material. Uno de los procesos importantes en la recolección de materiales, lo constituye la organización de exploraciones, en el caso del camote se recogen los tubérculos.

La recolección de las semillas, se realiza una vez definida la especie. El lugar donde se obtiene la semilla, se denomina procedencia, por lo que es necesario registrar algunas de las principales condiciones; usualmente se registra la altura sobre el nivel del mar, tipos de suelo, finca, caserío, municipio.

La época de la recolección, varía con cada especie y localidad. Existen diversas opciones para obtener las semillas y otros materiales reproductivos; uno de ellos es el de recurrir a personas que producen la semilla. Al solicitar la semilla siempre se debe exigir información sobre sus características físicas, tales como capacidad de germinación, tiempo de poseer la semilla, peso, pureza y contenido de humedad. Otra opción para obtener la semilla es colectarla directamente de las fuentes semilleras, las cuales se pueden dividir según su calidad genética en Huertos semilleros, rodales semilleros y otras fuentes.

Martínez (1982), menciona algunos criterios básicos para organizar exploraciones. Entre estos debe tomarse en cuenta que la mayor variabilidad genética se encuentra en las poblaciones de cultivares primitivos y salvajes (espontáneas) y muy poca en las variedades comerciales o muy avanzadas.

Lo anterior fundamenta la necesidad de visitar directamente las regiones donde se encuentran poblaciones espontáneas de la especie que interesa y además los campos de cultivo de los agricultores de la región, así como también los mercados de mayor movimiento comercial. Esto asegura la recolección de una mayor diversidad genética de la especie buscada.

Vilela, *et al,* citado por López (1,999), menciona que durante la ejecución de los procedimientos de colecta del germoplasma, la organización de muestras de poblaciones polimórficas (Heterogéneas) de plantas autógamas es más difícil que aquellas realizadas en poblaciones de plantas alógamas, indicando que el primer caso exige una colecta más extensa que en aquella necesaria para representar poblaciones de plantas alógamas.

1.9.5. Tiempo necesario para explorar

Martínez (1982), señala que el tiempo necesario para realizar la exploración dependerá en gran medida, de la extensión de las regiones seleccionadas, la fisiografía regional, la red vial que comunica toda la región y las distancias entre un punto y otro

1.10. Descripción Sistemática

Posadas (1988), señala que para incrementar el valor relativo de una descripción sistemática es necesario, junto con los datos morfológicos, agronómicos, entre

otros, una descripción de las condiciones del clima, suelo, prácticas culturales y fecha de siembra.

Es importante que la colección que se va a describir, se desarrolle bajo las mismas condiciones de manera tal que las diferencias estimadas, representen a las típicas de los cultivares bajo esas condiciones.

Posadas (1988), indica que una descripción sistemática puede ser la base para los siguientes aspectos:

A. Caracterizar cultivares o líneas genéticas de interés nacional o regional.
B. Diferenciar entre entradas con nombres semejantes o idénticos.
C. Identificar entradas con características deseables.
D. Clasificar cultivares comerciales, basados en criterios relevantes.
E. Desarrollar afinidades entre o dentro de características y entre grupos geográficos de entradas.
F. Estimar el grado de variación dentro de una colección de variedades.

Morera (1981), señala que dentro del concepto de descripción sistemática, es de resaltar algunos términos importantes, siendo éstos los siguientes:

Datos de Identificación: consisten en datos de introducción e información que son registrados por los colectores.
Caracterización: Consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas y que son expresadas en todos los ambientes.
Evaluación Preliminar: Consiste en registrar un número limitado de características adicionales, preferiblemente con un consenso de usuarios de cultivos particularmente, esta característica podría también ser valorada visualmente, pero no necesariamente ser expresada en todos los ambientes.

La actividad a seguir después de la descripción sistemática es la evaluación completa, consistiendo en registrar otras características relacionadas con programas de mejoramiento; la evaluación requiere de diseños experimentales, pudiendo ser llevados a cabo por fitomejoradores y otros usuarios.

1.11. Caracterización

Arce (1984), indica que la caracterización de los materiales considerados como potencial fitogenético, desempeña un papel importante ya que permite la selección y posterior utilización de los materiales en programas de mejoramiento. De acuerdo con el International Board for Plant Genetic resource (IBPGIR), citado por Arce (1984), menciona que la caracterización consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que son fácilmente observables y que son expresadas en todos los ambientes; con la caracterización se puede determinar

el grado de variabilidad existente de una población específica de plantas, dicha información alcanza su mayor utilidad en programas de mejoramiento que parten de la clasificación de individuos con características relevantes.

Recomienda que para aumentar el valor de una descripción, se incluya junto con los datos específicos de la caracterización, datos acerca de las prácticas culturales, condiciones climáticas, tipo de suelo y otros. Además se dice que es fundamental que los materiales a evaluar crezcan bajo condiciones uniformes, para que las diferencias observadas sean típicas de los materiales de estudio. La caracterización generalmente se lleva a cabo por medio de los descriptores.

La evaluación de la descripción de un conjunto de individuos puede hacerse mediante el uso de técnicas numéricas, entendiéndose por la técnica numérica: La rama de la taxonomía numérica que mediante operaciones matemáticas calcula afinidad entre unidades taxonómicas a base del estado de sus caracteres.

1.12. Taxonomía Numérica

1.12.1. Definición

Fabián (1988), señala que la taxonomía numérica ha sido definida como la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades en taxones, basándose en la variabilidad de sus caracteres.

Crisci (1983), indica que la taxonomía numérica es una disciplina que se encarga del estudio de la similitud y las diferencias entre los individuos, mediante la utilización de métodos numéricos, con el objeto de clasificarlos o agruparlos de acuerdo a sus características; la cual basa sus clasificaciones en el feneticismo, el cual considera características: ecológicas, moleculares, anatómicas, entre otros.

1.12.2. Pasos elementales de la taxonomía numérica

Crisci (1983), indica que los pasos a considerar en la taxonomía numérica son los que se presentan a continuación:

A. Elección de Unidades Taxonómicas (OTU):

La terminología OTU deriva de las siglas en inglés (Operatíonal Taxonomit Unit), siendo esto la Unidad Taxonómica básica para aplicar la Taxonomía Numérica. Estas unidades pueden ser: especies, géneros, familias o poblaciones, siendo los individuos la unidad universal.

B. Elección de Caracteres:

Se prefiere todo tipo de caracteres debiendo ser estudiados en diferentes períodos de ciclo vital de los individuos. Pudiéndose anotar características morfológicas (externas e internas), palinológicas, citológicas, fisiológicas,

químicas, etológicas, ecológicas, geográficas y genéticas. Sin embargo, aquellos caracteres sin sentido biológico, como por ejemplo: el número de colecta de una muestra; deben ser excluidos.

C. Construcción de una Matriz Básica de Datos:

Esta matriz contiene en el eje horizontal (filas) las unidades taxonómicas operacionales (OTU) y en el eje vertical (columnas), los caracteres en estudio; de esta forma los valores de cada unidad taxonómica en cada uno de los caracteres estudiados se presentan en una matriz n x t.

D. Obtención del Coeficiente de similitud:

Una vez construida la matriz básica de datos, se procede a seleccionar el coeficiente de similitud, con el objeto de determinar el parecido taxonómico entre las unidades taxonómicas.

Se conocen tres grupos de coeficiente de similitud; de distancia, de correlación y de asociación. Los más utilizados son los coeficientes de distancia y los de correlación, pudiendo mencionar el de “Pearson” o coeficiente de correlación del momento producto; oscilando sus valores entre más uno y menos uno, siendo más uno y menos uno de los valores de máxima similitud y cero de ausencia de similitud.

E. Construcción de una Matriz de Similitud:

Debido a que la aplicación de los coeficientes de similitud a datos multiestados cuantitativos continuos, conlleva la utilización de diferentes escalas de medida en una misma unidad taxonómica, por ejemplo: el largo de una antera en milímetros y la longitud de la guía principal en metros; siendo necesario estandarizar éstos valores, generalmente los valores de los caracteres se expresan como unidades de desviación estándar, debido a esto la media de una característica se expresa como cero y su varianza como la unidad.

Por lo anteriormente expuesto, la matriz básica de datos, representa los valores de los caracteres en unidades de desviación estándar.

Una vez estandarizados los datos de los caracteres y conformada la matriz básica de datos se selecciona el coeficiente de similitud que mejor se adapte a los datos. Luego de aplicar el coeficiente de similitud para cada par posible de unidades taxonómicas, se constituye la matriz de similitud en la cual tanto la fila como las columnas son ocupadas por los coeficientes obtenidos y en la diagonal de la matriz aparece una Unidad Taxonómica comparada con el mismo, por ejemplo: Los caracteres de un individuo o cultivar comparado con el mismo.

En esta matriz de similitud sólo es posible observar el parecido entre pares de unidades taxonómicas; haciendo necesario emplear una metodología para

analizar la matriz de similitud, conociendo para ello dos técnicas de agrupamientos (Cluster Análisis) y el método de ordenación (Ordenation).

F. Análisis por Componentes Principales:

Según Crisci (1983), el método de Análisis Multivariado por componentes Principales permite: generar nuevas variables que expresan la información contenida en el conjunto original de datos, reducir la dimensionalidad del caso estudiado, como paso previo para posterior análisis y eliminar algunas de las variables originales que aportan poca información para explicar las causas de la variabilidad entre las observaciones.

Así mismo transforma el conjunto original de variables en otro, en el cual, las variables derivadas son independientes unas con otras; se expresan como funciones lineales de las variables originales; la primera variable deriva contribuye con la mayor proporción posible del resto de la variación, y así sucesivamente. Las variables derivadas son conocidas como Componentes Principales.

G. Análisis de Agrupamientos o Cluster:

Este análisis permite agrupar las unidades taxonómicas que se asocian por similitud. Hay un gran número de técnicas para llevar a cabo este análisis, tales como: Las exclusivas, jerárquicas, aglomerativas, y secuenciales; sin embargo estas se guían por el siguiente patrón similar: Se examina la matriz de similitud y se detecta la mayor similitud entre las unidades taxonómicas (o sea el núcleo anterior y se incorpora ya sea por ligamiento simple, ligamiento completo y ligamiento promedio), estas nuevas unidades taxonómicas son incorporadas a núcleos utilizando matrices derivadas. Las técnicas de agrupamiento se representan gráficamente a través de un dendograma y por utilizar caracteres fenéticos se le conoce con el nombre de fenograma.

2. Marco Referencial

2.1. Descripción del lugar de Búsqueda y Colecta de cultivares de macal

Los lugares donde se realizará la búsqueda y colecta de los cultivares nativos de macal, específicamente sus partes vegetativas, como tubérculos, será en los departamentos del suroccidente del país, siendo éstos: Suchitepéquez, Retalhuleu y las zonas costeras de Quetzaltenango y San Marcos.

Las características del suroccidente, son las que se describen a continuación: Limita al norte con el departamento de Huehuetenango, Totonicapán y Sololá; al este con Escuintla y Chimaltenango; con el Océano Pacífico; al oeste con México. Esta compuesto por cuatro departamentos: Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos, tal como se muestra en la siguiente figura 4.

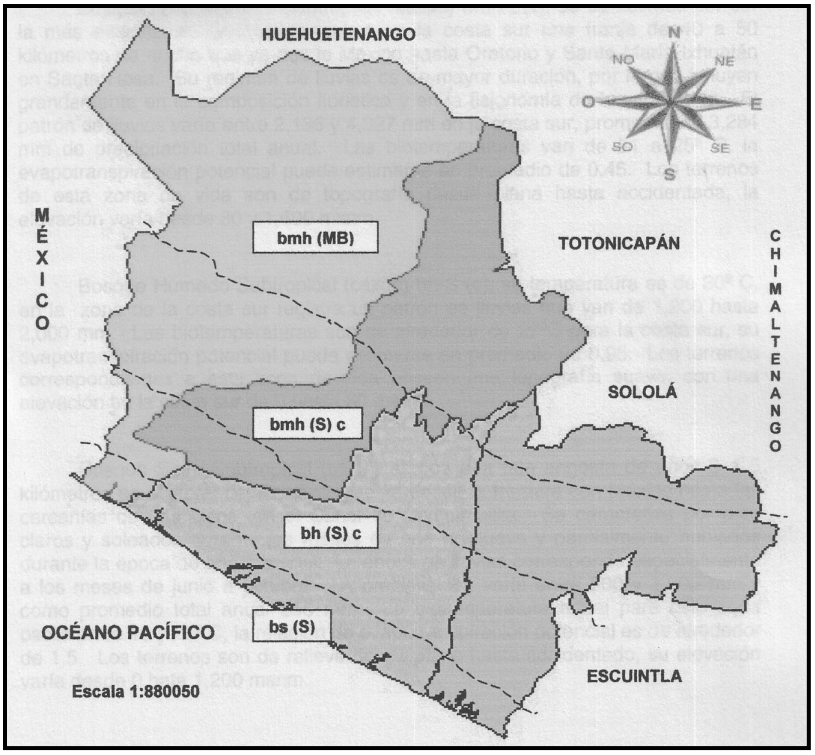


Figura 4. Mapa del Sur Occidente de Guatemala y zonas de vida.
Fuente: Cruz de la (1,982). Escala 1:880050

Según Cruz de La (1,982), siguiendo el sistema de Holdridge la región suroccidental cuenta con cuatro zonas de vida, siendo estas las que se detallan a continuación: Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB), se caracteriza por presentar una precipitación total anual que va de 2,065 3,900 mm promediando 2,730 mm. La evapotranspiración potencial se estima en 0.35. Su topografía generalmente es accidentada sobre todo en las laderas de los volcanes, la elevación va de 1,800 a 3,000 msnm.

Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) bmh-S(c), se caracteriza por ser la más extensa en Guatemala, cubre en la costa sur una franja de 40 a 50 kilómetros de ancho que va desde México hasta Oratorio y Santa María Ixhuatán en Santa Rosa. Su régimen de lluvias es de mayor duración, por lo que influyen grandemente en la composición florística y en la fisionomía de la vegetación. El patrón de lluvias varía entre 2,136 y 4,327 mm en la costa sur, promediando 3,284 mm de precipitación total anual. Las biotemperaturas van de 21 a 25 C, la evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.45. Los terrenos de esta zona de vida son de topografía desde plana hasta accidentada, la elevación varía desde 80 y 1,600 msnm.

Bosque Húmedo Subtropical (cálido) bh-S (c), su temperatura es de 3Q2 C, en la

zona de la costa sur registra un patrón de lluvias que van de 1,200 hasta 2,000 mm. Las biotemperaturas son de alrededor de 27C para la costa sur, su evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.95. Los terrenos correspondientes a esta zona de vida poseen una topografía suave, con una elevación en la costa sur de O hasta 80 msnm.

Bosque Seco Subtropical (bs-S), abarca una faja angosta de unos 3 a 5 kilómetros en el litoral del Pacífico, que va desde la frontera con México hasta las cercanías de Las Lisas, en el Canal de Chiquimulilla. Se caracteriza por días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero a abril. La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre. La precipitación varía entre 500 y 1,000 mm y como promedio total anual 855 mm. La biotemperatura anual para esta zona oscila entre 19 y 24 C, la relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.5. Los terrenos son de relieve desde plano hasta accidentado, su elevación varía desde O hasta 1,200 msnm.

2.2. Descripción del lugar de Caracterización Agromorfológica de macal

La caracterización agromorfológica y preservación de los cultivares de macal, se realizará en la Granja Docente “Zahorí”, por lo que a continuación se detallan sus principales características.

Esta, es propiedad de la USAC de Guatemala, y se utiliza como unidad de práctica e investigación del CUNSUROC, se localiza en el Sector rural de la Cabecera Municipal de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez, específicamente en la Aldea Chacalté Sís. Según Sosof (1999), la granja docente Zahorí se encuentra ubicada dentro de las coordenadas 14°34’20” de Latitud Norte y 91°34’20” de Longitud Oeste, respecto al meridiano de Greechwih, a una altura de 320 metros sobre el nivel del mar.

VI. Metodología

A continuación se describe la metodología utilizada para la obtención de los cuatro objetivos específicos.

Metodología de búsqueda y colecta de cultivares de macal

La búsqueda y colecta de cultivares de macal, se realizó en los meses de febrero, marzo y abril, para lo cual se realizaron recorridos por los departamentos que conforman el suroccidente del país, procediendo de la siguiente manera:

- Primeramente se elaboraron las boletas de colecta, con el cuidado de incluir toda la información requerida en el estudio. La información incluida en ésta boleta es la que se presenta en anexos.

- Además se obtuvieron mapas de los municipios de cada departamento del suroccidente. Luego se programaron las salidas de colecta de materiales de macal/día y por semana en los municipios de los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos.

- Posteriormente se realizaron las visitas a los centros de producción en aldeas, caseríos, cantones y parcelamientos de cada municipio, movilizándose por medio de vehículos y caminamientos buscando a los agricultores que tengan sembradillos de macal.

- Al encontrar cultivares de macal, se tomaron las alturas (msnm) y coordenadas geográficas del lugar, por medio de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), se le solicito además que nos proporcionaran la semilla del material.

- A cada muestra se le asigno un número de entrada o colecta, registrando los datos obtenidos por medio de una boleta o pasaporte de acceso.

Metodología de la caracterización de cultivares de macal colectados

Previo a la caracterización de los cultivares de macal, se procederá a realizar los siguientes pasos:

Manejo Agronómico

- Siembra

La siembra de los cultivares de macal colectados, se efectuó en la granja Docente Zahorí, del municipio de Cuyotenango, en el departamento de Suchitepéquez. La siembra consistió en depositar una semilla y/o tubérculo por postura, para lo cual se

coloco en cada parcela un total de diez plantas de cada cultivar de macal, el distanciamiento de siembra dependió de lo que reportaron los agricultores durante la fase de colecta.

El arreglo espacial de la parcela quedaría de la siguiente forma:

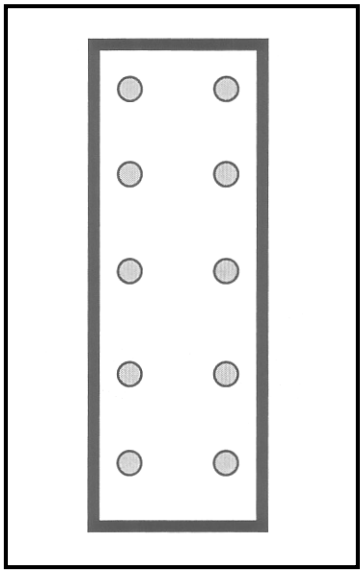


Figura 5. Distribución espacial de las posturas dentro de la parcela de macal a caracterizar agromorfológicamente.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,007.)

Control de Malezas:

Esta labor se realizo en forma manual, con el objeto de mantener el suelo libre de malezas y así evitar que estas compitan con el cultivo por luz, nutrientes y espacio.

Fertilización

Se aplico de acuerdo a la fertilización que reportaron los agricultores que cultivan macal en la zona suroccidental.

Control de Plagas y Enfermedades

El control de plagas y enfermedades, se realizo de acuerdo a la presencia de las plagas como de las enfermedades.

Cosecha

La cosecha se realizo en forma manual, aproximadamente a los siete u ocho meses después de la siembra.

Recopilación de Datos

La recopilación de los datos se realizo por medio de un descriptor de la planta de *Xanthosoma,* elaborado por el IBPGR (Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos), para lo cual se tomaron 10 plantas por cultivar.

Metodología del manejo agronómico del cultivo

Para determinar el manejo agronómico del cultivo del macal, se tomó como base la información que proporcionaron los agricultores durante la búsqueda y colecta de los cultivares en la región Suroccidental de Guatemala. La información se anotó en una la boleta, como la que se presenta en anexos.

Metodología para proponer cultivares promisorios

Para alcanzar este objetivo, se consideraron componentes primarios del rendimiento, basándose en el número de rizomas por planta, peso de los rizomas, peso de los cormos; así como, el diámetro de los rizomas, longitud de rizomas, diámetro de los cormos y longitud de cormos.

Técnicas a utilizar en el proceso de investigación

Para el objetivo específico uno: Búsqueda y colecta de cultivares de macal

Los datos obtenidos en la búsqueda y colecta de los cultivares, fueron registrados en una boleta, considerando los aspectos de:

Número de cultivar
Propietario
Zona de vida
Latitud y Longitud
Fecha
Lugar de colecta
Altura (m.s.n.m.)

Para el objetivo específico dos:
Caracterización agromorfológica de cultivares de macal

Las variables a estudiar en la caracterización agromorfológica de los cultivares de macal, fueron las que se detallan a continuación:

Variables Cuantitativas
Altura de planta
Separación lóbulos basales
Longitud del pecíolo
Ancho de la arista
Ancho de la hoja
Longitud de la hoja
Cormos/planta
Cormelos/planta
Distancia intervenal de hoja
Relación largo/ancho de la hoja
Relación longitud hoja/pecíolo
Relación longitud pecíolo/ancho hoja
de hijos

Variables Cualitativas
Hábito de crecimiento
Inserción pecíolo en lámina de hoja
Orientación de la lámina
Margen de la hoja
Forma de la hoja
Color nervadura por el haz
Color nervadura por el envéz
Color del pecíolo
Color parte basal del pecíolo
Color arista del pecíolo
Presencia de cera en el pecíolo
Color de la hoja por el haz
Color epidermis cormos y cormelos
Color yemas de cormos y cormelos
Color masa de cormos y cormelos
Forma de cormos y cormelos
Floración
Porción masculina de la inflorescencia

Para el objetivo especifico tres: Determinación del manejo agronómico

Para Determinar el manejo agronómico se consideraron los siguientes aspectos:

Tiempo de poseer el cultivar	Selección del cultivar
Fertilización del cultivo	Control de Plagas
Control de enfermedades	Aplicación de riego
Forma de propagar el cultivo	Distanciamiento de siembra
Destino del producto	Lugar de venta
Forma de Transporte	Precio de venta

Para el objetivo específico cuatro
Propuesta de cultivares promisorios

La propuesta de cultivares promisorios, se realizó en base a sus componentes de rendimiento primario siendo los aspectos considerados, los siguientes:

Número de rizomas por planta
Peso de los cormos
Peso de los rizomas
Diámetro de los cormos
Diámetro de los rizomas
Longitud de los cormos
Longitud de los rizomas

VII. Resultados y su discusión

1. Objetivo específico UNO: Búsqueda y colecta cultivares de macal.

   En la búsqueda de materiales de macal, se obtuvieron datos de latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar de cada uno de los materiales colectados, presentando los resultados del departamento de Suchitepéquez, en el cuadro 2 a continuación.

   Cuadro 2: Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Suchitepéquez.

MATERIAL	Municipio	Comunidad	Latitud	Longitud	Altura (MSNM)
XV-S01	Mazatenango	Cantón Santa Marta	14°31´45.3"	91°29´53.4"	39
XV-S02	Mazatenango	Colonia Los Almendros	14°31´43.2"	91°31´15.7"	340
XV-S03	San Antonio	San Antonio	14º32' 21.54"	91º24' 58.8"	400
XV-S04	San Miguel Panan	San Miguel Panan	14º31' 41.04"	91º22' 4.56"	353
XV-S05	Chicacao	Finca El Recuerdo	14º32' 35.7"	91º19' 35.1"	491
XV-S06	Cuyotenango	Finca Casa Blanca Sandoval	14º35' 37.2"	91º33' 14.04"	596
XV-S07	San Francisco Zapotitlan	Cantón Buena Vista	14º35' 0.36"	91º31' 48.96"	595
XV-S08	San Francisco Zapotitlan	Cantón San José	14º35' 3.12"	91º31' 48.66"	595
XV-S09	San Bernardino	San José Quila	14º32' 3.84"	91º28' 31.44"	384
XV-S10	San Antonio	Comunidad El Progreso	14º32' 52.26"	91º26' 31.02"	452
XV-S11	San Antonio	Cantón Tonquin I	14º31' 49.26"	91º25' 9.48"	360
XV-S12	San José El Ídolo	San José El Ídolo	14º27' 11.1"	91º25' 16.44"	191
XV-S13	San José El Ídolo	Aldea San Ramón	14º28' 19.56"	91º25' 45.12"	214

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.

Como se observa en el cuadro 2 anterior, en el departamento de Suchitepéquez se localizaron 13 materiales de macal a alturas entre los 191 a 596 metros sobre el nivel del mar.

Los materiales localizados en el departamento de Retalhuleu, se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 3: Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Retalhuleu.

MATERIAL	Municipio	Comunidad	Latitud	Longitud	Altura (MSNM)
XV-R14	Nuevo San Carlos	Aldea Candelaria Xolwitz	14°39´47.3"	91°42´20.3"	703
XV-R15	Retalhuleu	Parcelamiento Caballo Blanco	14°28´57.6"	91°50´02.4"	81
XV-R16	San Felipe	Cantón Francisco Vela	14º35' 58.26"	91º33' 53.28"	597
XV-R17	San Sebastián	Aldea San José Tzununá	14º35’ 36.18’’	91º38’ 20.1’’	415
XV-R18	San Sebastián	Aldea San José Tzununá	14º36’ 20.4’’	91º39’ 9’’	413
XV-R19	Nuevo San Carlos	Aldea Granados	14º37’ 4.26’’	91º41’ 4.92’’	454
XV-R20	Nuevo San Carlos	Aldea Granados	14º36’ 36’’	91º41’ 29.04’’	435
XV-R21	Nuevo San Carlos	Aldea Candelaria Xolwitz	14º39’ 49.38’’	91º42’ 29.16’’	709
XV-R22	Santa Cruz Muluá	Aldea Ajaxa	14º35’ 53.76’’	91º36’ 7.38’’	486
XV-R23	Santa Cruz Muluá	Aldea Ajaxa	14º35’ 44.1’’	91º36’ 4.2’’	481
XV-R24	Santa Cruz Muluá	Aldea Ajaxa	14º35’ 37.02’’	91º36’ 3.48’’	473
XV-R25	Santa Cruz Muluá	Aldea Ajaxa	14º35’ 33.72’’	91º35’ 56.22’’	475
XV-R26	Santa Cruz Muluá	Aldea Ajaxa	14º35’ 8.88’’	91º35’ 39.66’’	456

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.

De igual manera que en el departamento de Suchitepéquez, en el departamento de Retalhuleu también se localizaron 13 materiales de macal, a alturas entre 81 a 709 metros sobre el nivel del mar. Para el departamento de Quetzaltenango, se presentan los resultados en el cuadro cuatro a continuación.

Cuadro 4. Resultados de localización de materiales de macal del departamento de Quetzaltenango.

MATERIAL	Municipio	Comunidad	Latitud	Longitud	Altura (MSNM)
XV-Q27	El Palmar	Aldea Calahuache	14°40´15.5"	91°33´08.1"	938
XV-Q28	El Palmar	Finca Patio de Bolas	14°39´45.5"	91°33´13.1"	886
XV-Q29	Coatepéque	Coatepéque	14°41´37.7"	91°49´40.2"	655
XV-Q30	Coatepéque	Coatepéque	14°41´49.8"	91°52´27.1"	424
XV-Q31	Coatepéque	Aldea Las Palmas	14°42´07.2"	91°54´27.6"	369

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.

Por otra parte, en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, fue donde se localizaron menos materiales de macal cinco y tres respectivamente, siendo en el departamento de San Marcos donde se localizaron materiales a menores alturas, entre los 10 y 22 metros sobre el nivel del mar, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Resultados de localización de materiales de macal del departamento de San Marcos.

METERIAL	Municipio	Comunidad	Latitud	Longitud	Altura (MSNM)
XV-SM32	Ayutla	Aldea El Bejucal	14°47´20.9"	92°05´55.0"	111
XV-SM33	Ocos	Aldea Madronales	14°32´03.6"	92°07´46.2"	10
XV-SM34	Ocos	Parcelamiento La Blanca	14°32´24.6"	92°07´45.2"	22

Fuente: Elaborado por los Autores, (2007).

Considerando los datos de localización geográfica de latitud norte y longitud oeste y con la ayuda del programa Arc View, se realizo la ubicación de los puntos de localización de cada material, para determinar las zonas de vida como se presenta en la figura 6 a continuación.

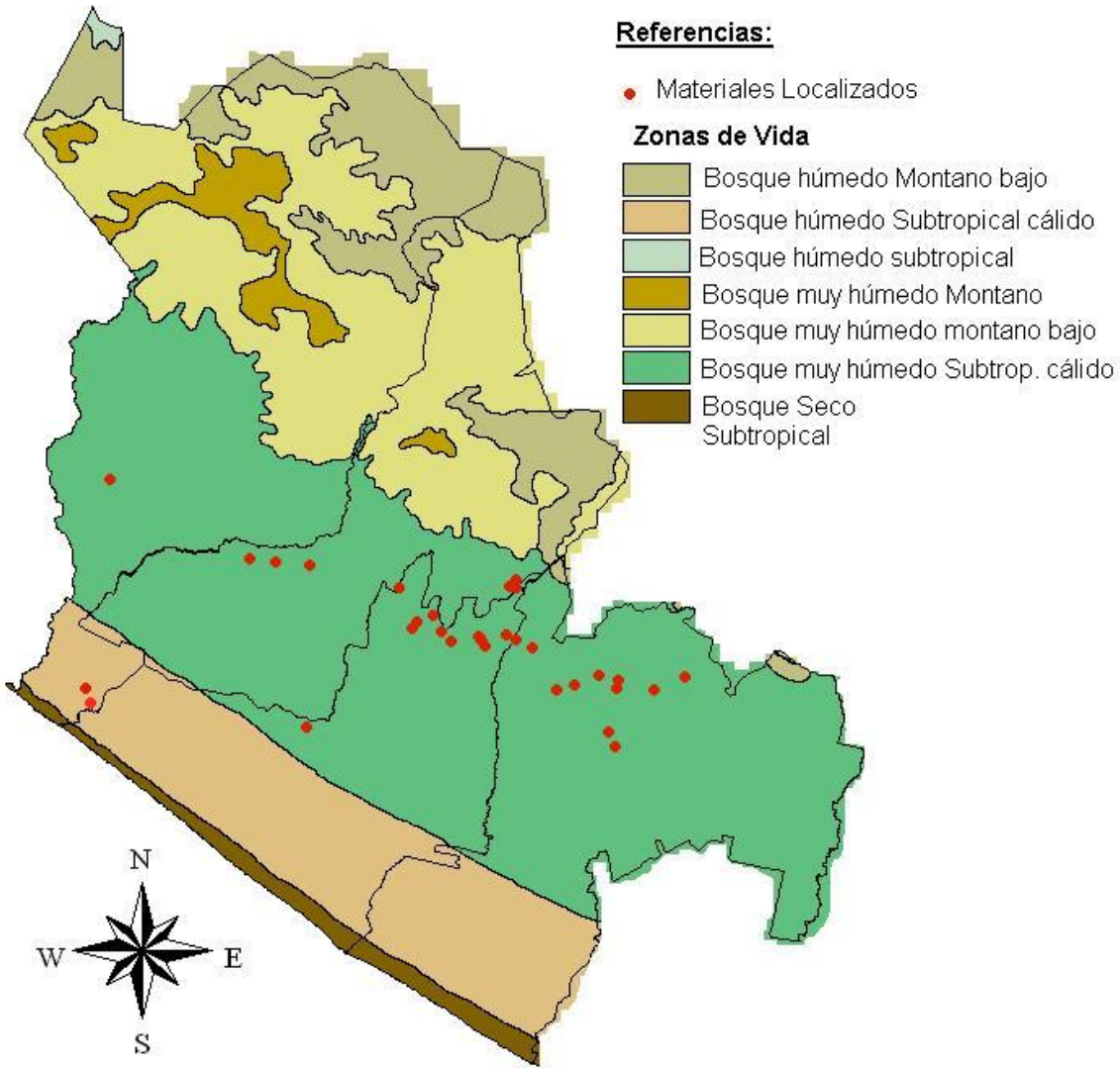


Figura 6. Localización de materiales de macal, en zonas de vida por cada departamento.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Como se aprecia en la figura 6 anterior, de los 34 materiales localizados, únicamente dos se ubican en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido y se encuentran en la parte costera del departamento de San Marcos. Así mismo los restantes 32 materiales que se distribuyen en los cuatro departamentos en estudio, se localizan en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido.

En síntesis, los 34 materiales de macal localizados, se distribuyen en dos zonas de vida (Bosque húmedo subtropical cálido y Bosque muy húmedo subtropical cálido) y en su mayoría en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu.

2. Objetivo específico DOS: Caracterización agromorfológica de los cultivares de macal.

Para la caracterización agromorfológica se realizó a los veintiún materiales de macal establecidos en la granja Zahorí, siendo los que se presentan a continuación.

Cuadro 6. Materiales establecidos en campo.

No.	MATERIAL	Departamento
1	XV-S01	Suchitepéquez
2	XV-S02	Suchitepéquez
3	XV-S04	Suchitepéquez
4	XV-S05	Suchitepéquez
5	XV-S06	Suchitepéquez
6	XV-S07	Suchitepéquez
7	XV-S09	Suchitepéquez
8	XV-S10	Suchitepéquez
9	XV-S11	Suchitepéquez
10	XV-S13	Suchitepéquez
11	XV-R15	Retalhuleu
12	XV-R16	Retalhuleu
13	XV-R18	Retalhuleu
14	XV-R19	Retalhuleu
15	XV-R21	Retalhuleu
16	XV-R24	Retalhuleu
17	XV-R25	Retalhuleu
18	XV-Q28	Quetzaltenango
19	XV-Q29	Quetzaltenango
20	XV-SM32	San Marcos
21	XV-SM33	San Marcos

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Las variables presentadas con anterioridad, fueron sometidas a un análisis de Componentes Principales y un análisis de Cluster, como se presenta a continuación.

2.1 Análisis Cluster

En la figura a continuación, se presenta el diagrama de árbol o dendograma de los 21 materiales de macal (Xanthosoma violaceum) colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.

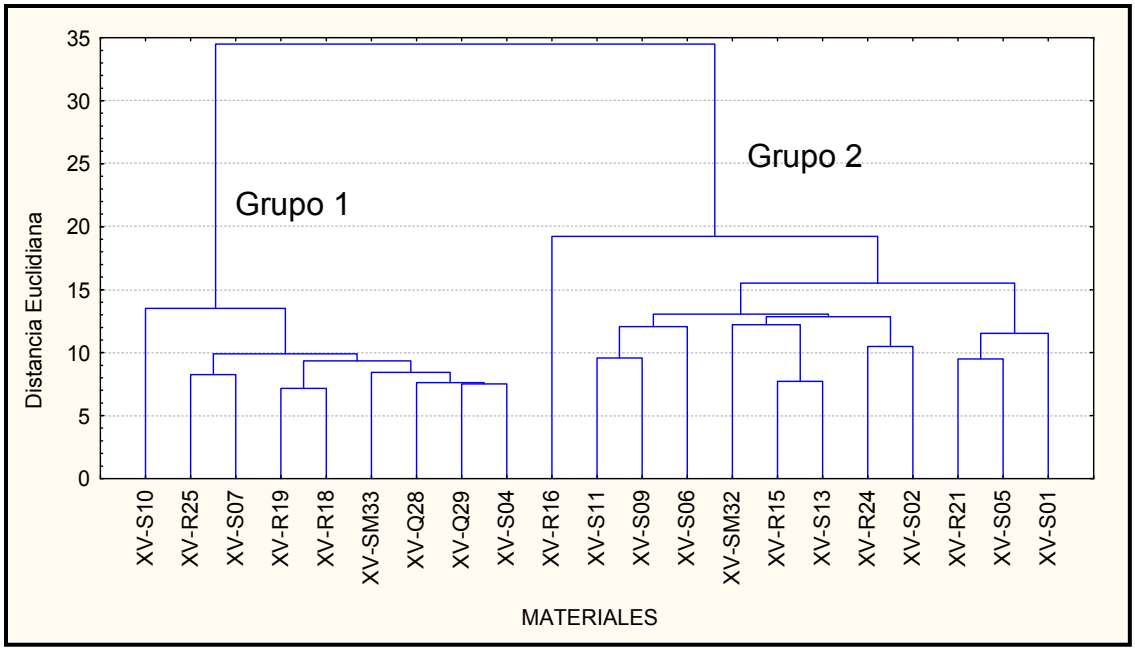


Figura 7. Fenograma de 21 materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Según la figura siete anterior, el comportamiento del fenograma mostrado, determina la variabilidad de los 21 materiales de Macal, en donde se observa que a un coeficiente de similitud (Distancia Euclidiana) de 34.5, se origino la primera división que consiste en dos grandes grupos, donde el grupo 1 a la izquierda en el fenograma, formado por los materiales XV-S04, XV-S07, XV-R10, XV-R18, XV-R19, XV-R25, XV-Q28, XV-Q29 y XV-SM33, se diferencian del resto, por no presentar formación de cormelos.

Por otra parte, el grupo 2 formado a la derecha en la gráfica del fenograma, lo conforman los materiales XV-R16, XV-S11, XV-S09, XV-S06, XV-SM32, XV-R15, XV-S13, XV-R24, XV-S02, XV-R21, XV-S05 y XV-S01, los cuales se diferenciaron por ser materiales que si forman cormelos.

Prosiguiendo con el análisis cluster, en la figura anterior se puede observar que a una distancia euclidiana de 19, en el grupo 2 se separa el material XV-R16, el cual se diferencio del resto del grupo por presentar un porte mayor tanto en planta como en cormos, presentando en el cuadro siete a continuación las variables que lo diferenciaron.

Cuadro 7. Variables que diferenciaron al material XV-R16.

Variable	Media material XV-R16	Media de grupo 2
Altura de planta (cms)	112	91.82
Longitud del pecíolo (cms)	53	45.55
Peso de Cormo (Kg.)	0.58	0.44
Diámetro de cormo (cms)	9.1	7.38
Longitud de cormo (cms)	23	18.7

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

En el cuadro siete anterior, se aprecia que las variables que diferenciaron al material XV-R16 del grupo 2 fueron altura de planta, longitud de pecíolo y peso, diámetro y longitud de cormo, por lo que se evidencia que éste material aparte de presentar plantas mas grandes, también presentan cormos mayores.

2.2 Análisis de Componentes Principales

Con base en la matriz básica de datos presentada en anexos, se realizó el análisis de componentes principales, dicha matriz contiene 25 variables y 21 materiales, presentando los resultados a continuación.

El porcentaje de variación y el porcentaje de variación acumulada para cada componente principal, se muestran en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Valores de varianza y varianza acumulada de los dos componentes principales.

Componente Principal	% de Variación	% Acumulado
1	89.77	89.77
2	5.02	94.79

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

En el cuadro ocho, se puede observar que los primeros dos componentes principales, fueron suficientes para explicar el 94.79 % de la variabilidad en los 21 materiales de Macal, provenientes de la zona sur occidental de Guatemala.

El porcentaje de variación indica la proporción de la variabilidad en los 21 materiales de Macal evaluados, que esta contenida o explicada por cada componente principal, el componente principal uno, explica el 89.77% de la variabilidad, y el componente principal dos solamente un 5.02% de variabilidad.

A continuación se presenta el cuadro nueve, en el cual se describen las variables o características que componen a cada uno de los dos componentes principales.

Cuadro 9. Lista parcial de los valores propios de los dos componentes principales del análisis de 25 variables en 21 materiales de Macal.

No.	VARIABLE	Componente Principal 1	Componente Principal 2
1	Altura de Planta	-0.4505	-0.8926
2	Separación de Lóbulos Basales	0.3948	**1.5397**
3	Longitud del Pecíolo	-0.4325	-0.6909
4	No. De Hijos	-0.4107	-0.2259
5	Relación largo/ancho de la hoja	0.9302	**1.9823**
6	Peso del Cormo	-0.2615	0.2960
7	Diámetro del Cormo	1.6926	1.0176
8	**Longitud del Cormo**	**4.1331**	-1.7389
9	Peso del Cormelo	-0.4702	-1.2320
10	Diámetro del Cormelo	-0.4697	-1.2520

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Como se puede observar en el cuadro nueve, el componente principal 1, únicamente estuvo conformado por la variable Longitud de Cormo (el eje "x" de la figura nueve), ejerciendo el mayor efecto sobre la variabilidad de los 21 materiales de Macal evaluados (89.77 %).

Por otra parte, el componente principal 2 se conformó por las variables Separación de lóbulos basáles y Relación largo/ancho de la hoja, los cuales expresan un 5.02% de la variabilidad de la especie.

En síntesis, la variable más importante del análisis fue la longitud del cormo, ya que fue la que explicó el mayor porcentaje de la variabilidad como se menciona en los párrafos anteriores.

A continuación en la figura ocho, se muestra el comportamiento de los 21 materiales en el análisis de componentes principales, producto de la caracterización agromorfológica.

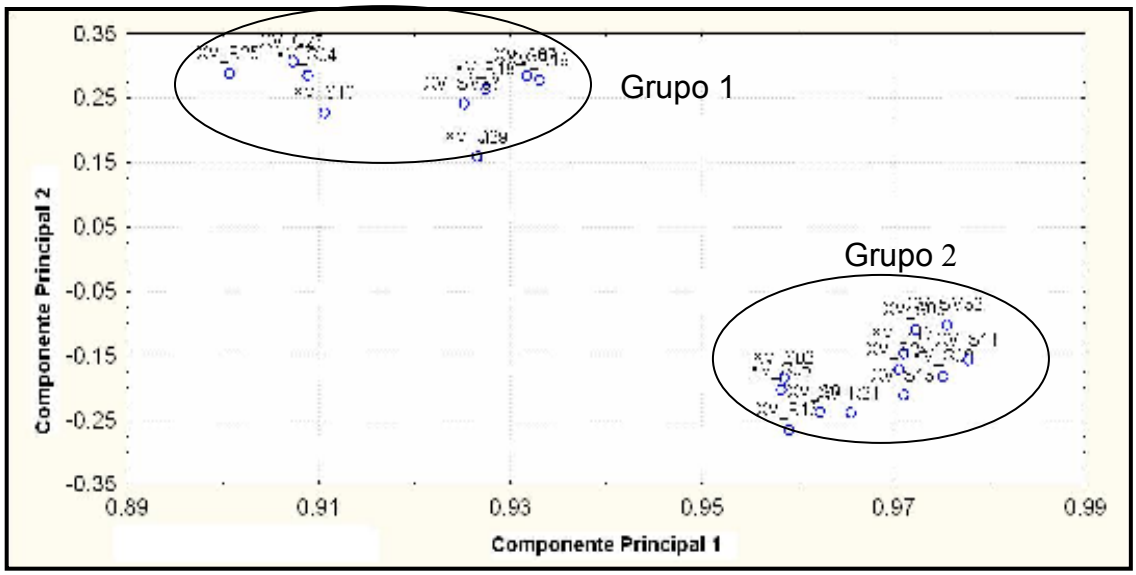


Figura 8. Distribución de 21 materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala, según análisis de componentes principales.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Como es de observarse en la anterior figura, se formaron dos grupos bien definidos.

Al igual que en el análisis Cluster (figura 7), en la gráfica presentada en la figura ocho, también se separan en el grupo 1 los materiales XV-S04, XV-S07, XV-R10, XV-R18, XV-R19, XV-R25, XV-Q28, XV-Q29 y XV-SM33, los cuales, además de no formar cormelos, presentan una menor longitud de cormo, en relación los materiales del grupo dos.

Por otra parte, el grupo dos se caracterizó principalmente, por presentar materiales con longitud de cormo mayores a las del grupo uno, siendo éstos los materiales XV-R16, XV-S11, XV-S09, XV-S06, XV-SM32, XV-R15, XV-S13, XV-R24, XV-S02, XV-R21, XV-S05 y XV-S01.

3. Objetivo específico TRES: Determinación el manejo agronómico.

En relación al manejo agronómico por parte de los agricultores, destacaron dos variables consideradas, el Tiempo de poseer el cultivar y la Forma de propagar el cultivo.

En relación al tiempo de poseer el cultivar, se presentan los resultados, en la figura 9 a continuación.

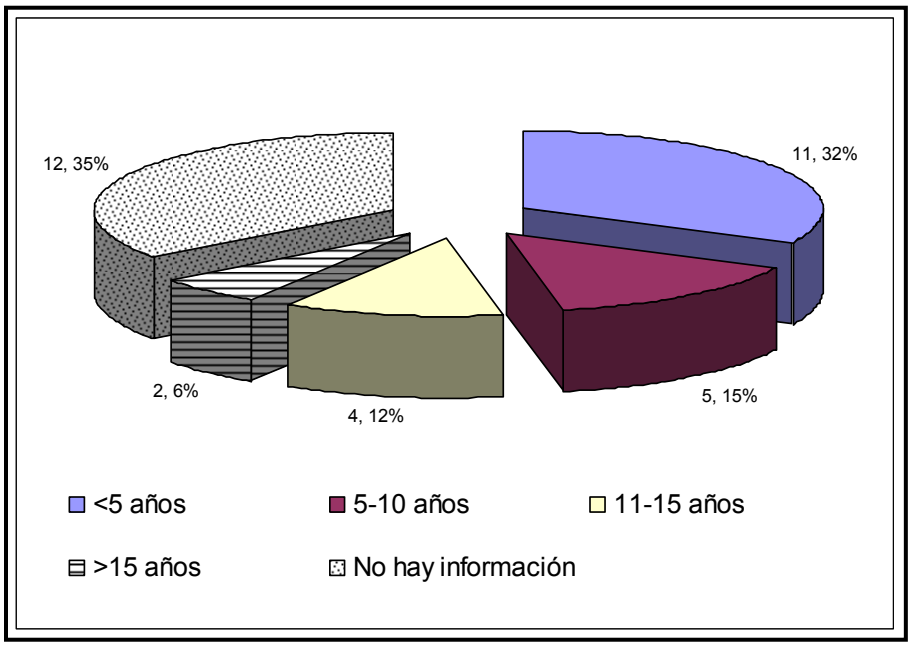


Figura 9. Tiempo de poseer el cultivar por parte de los agricultores de los materiales de Macal colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

Analizando la figura 9, una buena parte (el 35%) de las plantas de macal localizadas en la zona Suroccidental de Guatemala, carece de información, ya que dichas plantas fueron localizadas a orillas de carreteras y/o lugares aislados de poblaciones, por lo que no fue posible obtener dicha información.

Por otra parte, de la información colectada, la mayoría, el 32%, reporto poseer las plantas de macal desde un tiempo no mayor a los 5 años, además un 15% reporto tener la planta desde un tiempo de entre cinco y diez años,

un 12% la a tenido desde un tiempo entre 11 y 15 años y un mínimo porcentaje (el 6%) ha tenido la planta desde un tiempo mayor a los 15 años.

Para analizar la forma de propagación de los materiales, por parte de los agricultores, se presentan los resultados de las boletas, en la figura 10 a continuación.

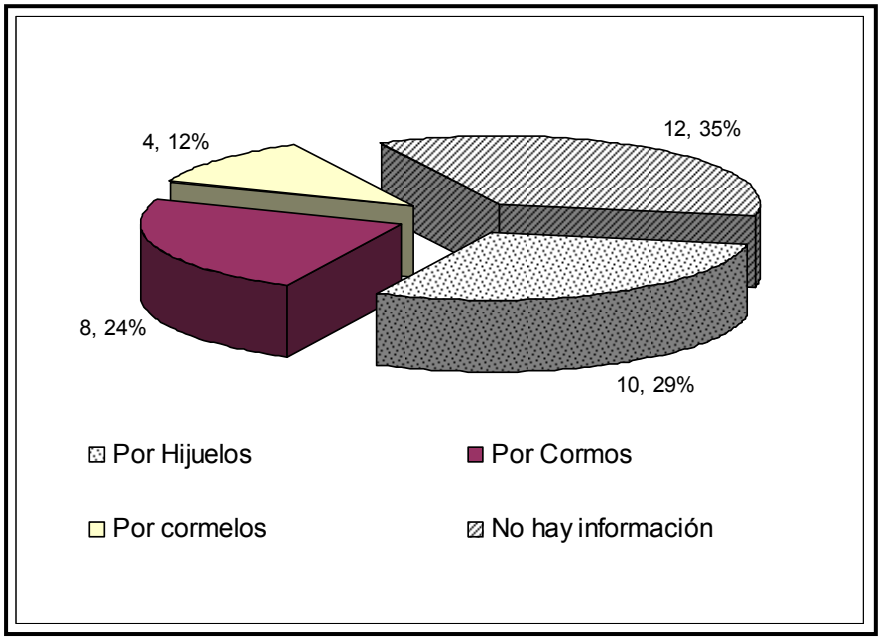


Figura 10. Forma de propagación del macal por parte de los agricultores, en la zona Suroccidental de Guatemala.
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

En lo referente a la propagación del macal, en su mayoría, el 29% lo realiza por medio del transplante de hijuelos de la planta madre, un 24% lo realiza por medio de la siembra de cormos, o sea transplantando directamente la planta madre y un 12% realiza la propagación del macal por medio de la siembra de los cormelos generados por la planta madre.

Por otra parte, en relación a las variables de Control de enfermedades, Aplicación de riego, Selección del cultivar, Distanciamiento de siembra, Destino del producto, Lugar de venta, Forma de Transporte, Precio de venta, Fertilización del cultivo y Control de Plagas, el 100% de los agricultores no las realiza, ya que no le realizan manejo agronómico ni comercializan el macal, con acepción de la aplicación de riego que la realizan únicamente cuando la planta de macal tiene fines ornamentales y se encuentra dentro de un jardín, aplicándole riego juntamente con el jardín, en época seca.

4. Objetivo específico CUATRO: Propuesta de materiales promisorios.

Para poder proponer materiales promisorios se analizaron variables componentes del rendimiento, para cada material de macal, presentando los resultados en el cuadro diez a continuación.

Cuadro 10. Variables componentes del rendimiento, para los 21 materiales de macal evaluados.

MATERIAL	No. de cormos/planta	No. de cormelos/planta	Peso de Cormo	Diámetro de cormo	Longitud de cormo	Peso de Cormelo	Diámetro de Cormelo	Longitud de Cormelo
XV-S01	1	4.00	0.56	7.50	21.00	40.00	3.50	7.00
XV-S02	1	3.00	0.38	7.10	18.00	35.00	3.00	6.50
XV-S04	1	0.00	0.21	4.80	7.20	0.00	0.00	0.00
XV-S05	1	12.00	0.50	7.60	17.00	36.00	3.30	6.90
XV-S06	1	4.00	0.45	7.10	16.00	32.00	3.10	6.40
XV-S07	1	0.00	0.25	5.50	8.80	0.00	0.00	0.00
XV-S09	1	2.00	0.44	7.10	21.00	37.00	3.10	6.60
XV-S10	1	0.00	0.18	3.30	7.50	0.00	0.00	0.00
XV-S11	1	1.00	0.43	7.50	18.00	38.00	3.60	6.80
XV-S13	1	1.00	0.45	7.60	19.00	37.00	3.80	6.70
XV-R15	1	4.00	0.35	7.30	17.00	36.00	3.50	6.50
XV-R16	1	9.00	0.58	9.10	23.00	56.00	4.00	7.00
XV-R18	1	0.00	0.25	6.00	8.50	0.00	0.00	0.00
XV-R19	1	0.00	0.22	5.00	8.00	0.00	0.00	0.00
XV-R21	1	10.00	0.55	8.00	21.00	39.00	3.40	6.80
XV-R24	1	2.00	0.38	7.20	20.00	40.00	3.20	6.40
XV-R25	1	0.00	0.23	4.70	7.40	0.00	0.00	0.00
XV-Q28	1	0.00	0.20	3.40	7.00	0.00	0.00	0.00
XV-Q29	1	0.00	0.23	3.50	8.80	0.00	0.00	0.00
XV-SM32	1	6.00	0.40	7.20	18.00	35.00	3.00	6.50
XV-SM33	1	0.00	0.24	5.30	8.70	0.00	0.00	0.00
Media	**1**	**2.76**	**0.356**	**6.276**	**14.33**	**21.952**	**1.929**	**3.814**
Cuartil 3	**1.00**	**4.00**	**0.45**	**7.50**	**19.00**	**37.00**	**3.40**	**6.70**

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,008).

En los resultados presentados en el cuadro anterior, se aprecia que en base a las ocho variables analizadas, de los 21 materiales evaluados, sobresalen los materiales XV-S01 de Suchitepéquez, XV-R16 y XV-R212 de Retalhuleu, ya que presentan promedios por arriba de la media y dentro del cuartil 3, para las ocho variables en estudio, por lo que se consideran promisorios desde el punto de vista de rendimiento, en base a número de cormos y cormelos por planta, así como en el peso, diámetro y longitud de los mismos.

En síntesis, podemos mencionar que de los 21 materiales de Macal considerados en el estudio, solamente tres se consideran que presentan rendimientos, en cormos y cormelos, por arriba de la media general, siendo éstos uno proveniente del departamento de Suchitepéquez, el material XV-S01 del cantón Santa Marta, en Mazatenango y los materiales XV-R16 y XV-R22 provenientes del Cantón Francisco Vela del Municipio de San Felipe y de la Aldea Ajaxa del municipio de Santa Cruz Mulúa, respectivamente.

VIII. Conclusiones

- Se localizaron materiales de Macal (Xanthosoma violaceum) en los cuatro departamentos en estudio.

- Tanto en el departamento de Suchitepéquez y Retalhuleu, se localizaron 13 materiales de Macal en cada departamento. En el departamento de Quetzaltenango se localizaron cinco materiales y en el departamento de San Marcos únicamente se localizaron tres materiales de Macal.

- De los 34 materiales localizados en total, únicamente dos se ubican en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido y se encuentran en la parte costera del departamento de San Marcos. Así mismo los restantes 32 materiales que se distribuyen en los cuatro departamentos en estudio, se localizan en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical cálido.

- El análisis Cluster determino que Existen dos grandes grupos de Macal, de los que destaca el grupo 2 formado por los materiales XV-R16, XV-S11, XV-S09, XV-S06, XV-SM32, XV-R15, XV-S13, XV-R24, XV-S02, XV-R21, XV-S05 y XV-S01, los cuales se diferenciaron por ser materiales que si forman cormelos.

- Así mismo, según el análisis cluster, del grupo 2 se separa el material XV-R16, el cual se diferencio del resto del grupo por presentar un porte mayor tanto en planta como en cormos. Presentando una altura de planta de 112 centímetros y una longitud de cormo de 23 centímetros.

- Al igual que en el análisis Cluster, el análisis de Componentes Principales, también se separan dos grupos, evidenciándose que en el grupo 1 los materiales XV-S04, XV-S07, XV-R10, XV-R18, XV-R19, XV-R25, XV-Q28, XV-Q29 y XV-SM33, además de no formar cormelos, presentan una menor longitud de cormo, en relación los materiales del grupo dos.

- En lo relacionado al tiempo de poseer la semilla, el 32%, reporto poseer las plantas de macal desde un tiempo no mayor a los 5 años, además un 15% reporto tener la planta desde un tiempo de entre cinco y diez años, un 12% la a tenido desde un tiempo entre 11 y 15 años y un mínimo porcentaje (el 6%) ha tenido la planta desde un tiempo mayor a los 15 años.

- La propagación del macal, en su mayoría, el 29% lo realiza por medio del transplante de hijuelos de la planta madre, un 24% lo realiza por medio de la siembra de cormos, o sea transplantando directamente la planta madre y un 12% realiza la propagación del macal por medio de la siembra de los cormelos generados por la planta madre.

- En relación al manejo agronómico, el 100% no realiza Control de enfermedades, Selección del cultivar, Distanciamiento de siembra, Destino del producto, Lugar de venta, Forma de Transporte, Precio de venta, Fertilización del cultivo y Control de Plagas, con acepción de la aplicación de riego que la realizan únicamente cuando la planta de macal tiene fines ornamentales y se encuentra dentro de un jardín, aplicándole riego juntamente con el jardín, en época seca.

- De los 21 materiales de Macal considerados en el estudio, solamente tres se consideran que presentan rendimientos, en cormos y cormelos, por arriba de la media general, siendo éstos uno proveniente del departamento de Suchitepéquez, el material XV-S01 del cantón Santa Marta, en Mazatenango y los materiales XV-R16 y XV-R22 provenientes del Cantón Francisco Vela del Municipio de San Felipe y de la Aldea Ajaxa del municipio de Santa Cruz Mulúa, respectivamente.

IX. Recomendaciones

- Poner a disposición de la población en general la información sobre la ubicación de los materiales de macal localizados en la zona Suroccidental de Guatemala, para poder acceder a los materiales, si fuese necesario.

- Considerar como materiales con potencial de utilización de cormelos los del grupo 2, que son los que forman los cormelos y con fines de uso del follaje a los del grupo 1 ya que no forman cormelos, por lo que generalmente no producirán gran número de hijuelos, reduciendo así la competencia por espacio y nutrientes.

- Realizar estudios sobre el comportamiento de los materiales de macal, en diferentes condiciones de manejo agronómico.

- Utilizar como promisorios al material XV-S01 del cantón Santa Marta, en Mazatenango y los materiales XV-R16 y XV-R22 provenientes del Cantón Francisco Vela del Municipio de San Felipe y de la Aldea Ajaxa del municipio de Santa Cruz Mulúa, respectivamente, para futuras investigaciones sobre dicha especie.

- Realizar una colección viva de los materiales XV-S01, XV-R16 y XV-R22, para tener acceso fácil y rápido a dichos materiales recomendados como promisorios.

X. Bibliografía

ARCE, J.A. 1,984. Caracterización de 81 plantas de achiote *(Bixa orellana* L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estaca. Tesis Mag. Sc. San José C. R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. p 10-17.

AZURDIA-PEREZ, C.A. y GONZALEZ-SALAM, M. 1986. Informe Final del Proyecto de Recolección de Algunos Cultivos Nativos de Guatemala. Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemálá.

CRISCI, J.; LÓPEZ, M. 1,983. Introducción a la teoría y práctica de taxonomía numérica. Washington, USA., OEA.

CRUZ DE LA. 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal.

FABIAN, G. 1,988. Caracterización agronómica de 166 cultivares de frijol *(Phaseolus vulgaris* L.) en la fina Sábana Grande, Escuintla, para seleccionar variedades factibles de cultivares mecanizadamente. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

FUNDORA, Z. 1999. Estrategias organizativas para la conservación de los recursos fitogenéticos, la adquisición y colecta de los RFG; conservación de los recursos genéticos. Programa de post-grado. Documento del curso: recursos fitogenéticos de Guatemala. Guatemala. Gua. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.

GUZMAN, D.J. 1975. Especies útiles de la flora salvadoreña. San Salvador, El Salvador, C.A., Ministerio de Educación.

LOPEZ, C. 1,999. Caracterización de 83 cultivares de frijol (Phaseolus spp. Y Vigna spp.) de la Zona Costera del Departamento de San Marcos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Suroccidente.

MARTÍNEZ, A. 1,982. Principios en la organización de exploraciones para recolectar germoplasma de interés social. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Revista Tikalia.

MORERA, J.A. 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá de pejibaye *(Bractis gisapaes* H.B.K.) del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba. C. R.

POSADAS, H. 1988. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 11

materiales de papaya *(Carica papaya* L.) recolectados en el país, bajo condiciones del centro de agricultura tropical Bulbuxyá, San Miguel Panan, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.

SIMMONS, CH. 5.; TARANO T. J. M.; PINTO Z, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Gua., José de Pineda Ibarra. 100 p.

SOSOF, J. C. 1999. Evaluación de la resistencia al virus del mosaico dorado de 16 materiales de frijol de vara *(Phaseolus vulgaris* en la granja zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez. Tesis Agr. Gt. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Suroccidente. 87 p.

WILLIAMS, L. 1981. The Useful Plants of Central América. Ceiba Journal Scientific. Vol. 24 No. 1-2. E.A.P. Tegucigalpa, Honduras.

WU-LEUNG, W. y FLORES, M. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, C.A., INCAP/ICNND.

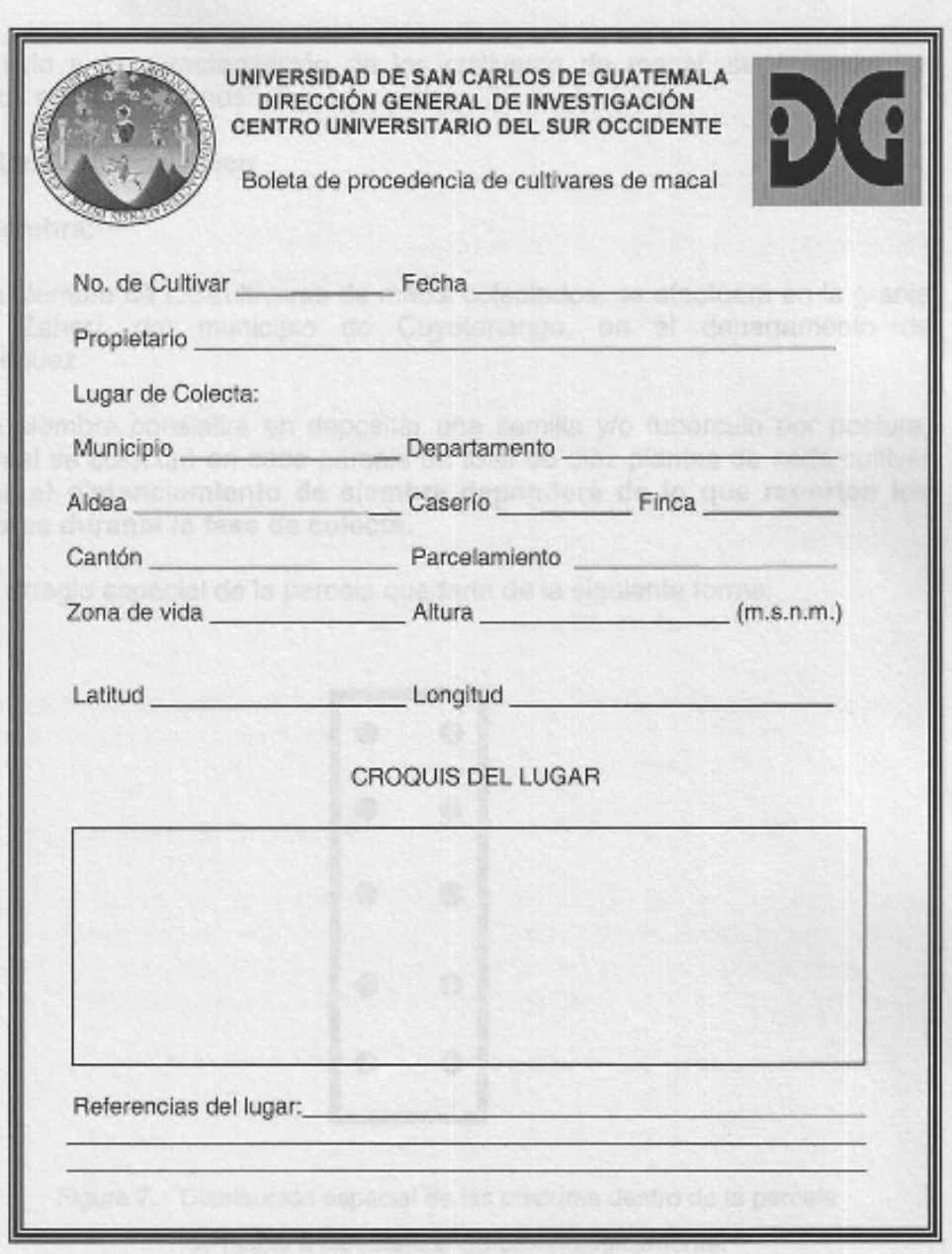
XI. Anexos

Cuadro 11. Matriz básica de datos de 21 materiales de Macal.

MATERIAL	Altura de planta	Separación lóbulos basales	Longitud del peciolo	Ancho de la arista	Ancho de la hoja	Longitud de la hoja	# cormelos/planta	# de hijos	Distancia intervenal de hoja	Relación largo/ancho de la hoja	Relación longitud hoja/peciolo	Relación longitud peciolo/ancho hoja	Color nervadura por el haz	Color nervadura por el envéz	Color arista del peciolo	Color de la hoja por el haz	Forma de cormos y cormelos	Floración	Porción masculina de la inflorescencia	Peso de Cormo	Diámetro de cormo	Longitud de cormo	Peso de Cormelo	Diámetro de Cormelo	Longitud de Cormelo
XV-S01	105.00	2.50	51.00	42.00	47.00	65.00	4.00	0.00	4.20	1.38	1.27	1.09	1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.56	7.50	21.00	40.00	3.50	7.00
XV-S02	96.00	1.70	42.00	35.00	37.00	58.00	3.00	2.00	3.60	1.57	1.38	1.14	1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.38	7.10	18.00	35.00	3.00	6.50
XV-S04	73.00	2.70	41.00	33.00	41.00	55.00	0.00	0.00	3.90	1.34	1.34	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	0.21	4.80	7.20	0.00	0.00	0.00
XV-S05	108.00	2.60	51.00	39.00	47.00	59.00	12.00	0.00	3.70	1.26	1.16	1.09	5.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	7.60	17.00	36.00	3.30	6.90
XV-S06	80.00	2.20	45.00	32.00	36.00	55.00	4.00	0.00	4.00	1.53	1.22	1.25	1.00	4.00	3.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.45	7.10	16.00	32.00	3.10	6.40
XV-S07	65.00	2.50	43.00	31.00	40.00	48.00	0.00	0.00	3.40	1.20	1.12	1.08	5.00	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	0.00	0.25	5.50	8.80	0.00	0.00	0.00
XV-S09	73.00	2.50	44.00	32.00	42.00	54.00	2.00	0.00	3.60	1.29	1.23	1.05	1.00	4.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.44	7.10	21.00	37.00	3.10	6.60
XV-S10	58.00	2.20	49.00	34.00	40.00	56.00	0.00	0.00	3.70	1.40	1.14	1.23	1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.18	3.30	7.50	0.00	0.00	0.00
XV-S11	75.00	1.50	40.00	37.00	42.00	58.00	1.00	0.00	4.00	1.38	1.45	0.95	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.43	7.50	18.00	38.00	3.60	6.80
XV-S13	93.00	1.10	46.00	35.00	48.00	56.00	1.00	0.00	3.50	1.17	1.22	0.96	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.45	7.60	19.00	37.00	3.80	6.70
XV-R15	95.00	1.60	42.00	36.00	49.00	55.00	4.00	0.00	3.70	1.12	1.31	0.86	5.00	4.00	1.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.35	7.30	17.00	36.00	3.50	6.50
XV-R16	112.00	2.40	53.00	41.00	48.00	60.00	9.00	1.00	3.80	1.25	1.13	1.10	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.58	9.10	23.00	56.00	4.00	7.00
XV-R18	81.00	2.50	40.00	31.00	38.00	53.00	0.00	0.00	4.00	1.39	1.33	1.05	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	0.25	6.00	8.50	0.00	0.00	0.00
XV-R19	78.00	2.40	37.00	28.00	36.00	50.00	0.00	0.00	3.60	1.39	1.35	1.03	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.22	5.00	8.00	0.00	0.00	0.00
XV-R21	103.00	2.20	50.00	40.00	45.00	56.00	10.00	0.00	3.50	1.24	1.12	1.11	1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.55	8.00	21.00	39.00	3.40	6.80
XV-R24	98.00	2.00	43.00	30.00	39.00	53.00	2.00	1.00	3.80	1.36	1.23	1.10	5.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.38	7.20	20.00	40.00	3.20	6.40
XV-R25	68.00	1.70	39.00	29.00	37.00	43.00	0.00	0.00	3.50	1.16	1.10	1.05	5.00	4.00	1.00	2.00	2.00	3.00	0.00	0.23	4.70	7.40	0.00	0.00	0.00
XV-Q28	72.00	1.50	35.00	34.00	44.00	55.00	0.00	0.00	3.30	1.25	1.57	0.80	1.00	2.00	1.00	3.00	2.00	3.00	0.00	0.20	3.40	7.00	0.00	0.00	0.00
XV-Q29	70.00	2.60	43.00	32.00	45.00	54.00	0.00	0.00	3.60	1.20	1.26	0.96	5.00	4.00	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00	0.23	3.50	8.80	0.00	0.00	0.00
XV-SM32	84.00	2.00	47.00	33.00	46.00	58.00	6.00	0.00	4.10	1.26	1.23	1.02	5.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	0.00	0.40	7.20	18.00	35.00	3.00	6.50
XV-SM33	78.00	2.80	32.00	35.00	42.00	53.00	0.00	0.00	3.50	1.26	1.66	0.76	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	0.24	5.30	8.70	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.

Figura 11. Boleta de toma de datos de procedencia de materiales de Macal.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE

Boleta de procedencia de cultivares de macal

No. de Cultivar _____ Fecha _____

Propietario _____

Lugar de Colecta:

Municipio _____ Departamento _____

Aldea _____ Caserío _____ Finca _____

Cantón _____ Parcelamiento _____

Zona de vida _____ Altura _____ (m.s.n.m.)

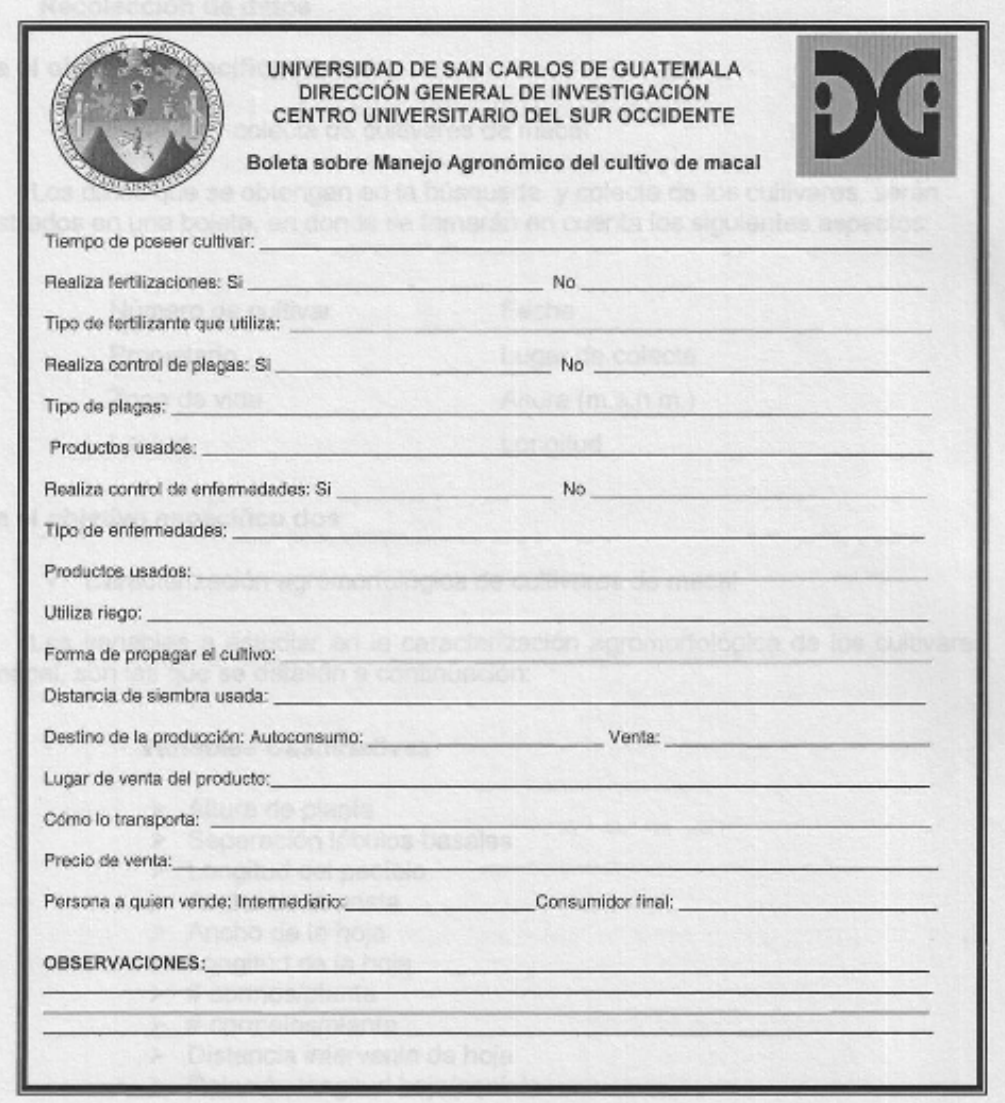
Latitud _____ Longitud _____

CROQUIS DEL LUGAR

Referencias del lugar:_____

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.

Figura 12. Boleta de toma de datos sobre manejo agronómico del cultivo de macal.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE

Boleta sobre Manejo Agronómico del cultivo de macal

Tiempo de poseer cultivar: _____

Realiza fertilizaciones: Si _____ No _____

Tipo de fertilizante que utiliza: _____

Realiza control de plagas: Si _____ No _____

Tipo de plagas: _____

Productos usados: _____

Realiza control de enfermedades: Si _____ No _____

Tipo de enfermedades: _____

Productos usados: _____

Utiliza riego: _____

Forma de propagar el cultivo: _____

Distancia de siembra usada: _____

Destino de la producción: Autoconsumo: _____ Venta: _____

Lugar de venta del producto: _____

Cómo lo transporta: _____

Precio de venta: _____

Persona a quien vende: Intermediario: _____ Consumidor final: _____

OBSERVACIONES: _____

Fuente: Elaborado por Los Autores, 2,007.