

Modelo productivo

de calabacín (*Cucurbita pepo*)
para los departamentos de
Cundinamarca y Antioquia

Colección Transformación del Agro



El campo
es de todos

Minagricultura

Modelo productivo de calabacín (*Cucurbita pepo*) para los departamentos de Cundinamarca y Antioquia

Autores

Jorge Jaramillo Noreña
Paula Andrea Aguilar Aguilar
Andrea del Pilar Villarreal Navarrete
Alegría Saldarriaga Cardona
Nancy Yohana Grisales Vásquez
Luz Mary Quintero Vásquez
Germán Franco
Fabian Enrique Martínez Camelo
Alba Nora Sánchez Bernal
Roger Alonso Bautista Cubillos
Juan Carlos Fuentes Benitez
Albeiro de Jesús Macías Vivares

Modelo productivo de calabacín (*Cucurbita pepo*) para los departamentos de Cundinamarca y Antioquia / Jorge Jaramillo Noreña [y otros once] -- Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2019.

280 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN E-book: 978-958-740-275-9

1. Calabacín 2. *Cucurbita pepo* 3. Propagación de plantas 4. Enfermedades de las plantas 5. Análisis de costos 6. Buenas prácticas agrícolas 7. Gestión de lucha integrada 8. Cundinamarca (Colombia) 9. Antioquia (Colombia)

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
Centro de Investigación La Selva, Kilómetro 7, vía Rionegro-Las Palmas, sector Llanogrande. Rionegro, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.
Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Citación sugerida: Noreña Jaramillo, J. E., Aguilar Aguilar, P. A., Villarreal Navarrete, A. P., Saldarriaga Cardona, A., Grisales Vásquez, N. Y., Quintero Vásquez, L. M. ... Macías Vivares, A. J. (2019). *Modelo productivo de calabacín (*Cucurbita pepo*) para los departamentos de Cundinamarca y Antioquia*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Esta publicación es el resultado del proyecto Modelo productivo del cultivo del calabacín o zucchini (*Cucurbita pepo*) en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Fecha de recepción: 10 de mayo de 2018

Fecha de evaluación: 5 de septiembre de 2018

Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2018

Colección Transformación del agro

Publicado en Mosquera, Colombia, mayo de 2019

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Edición: Ana María Castillo Montaña

Corrección de estilo: Luisa Fernanda Espina

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

Nota: A partir de mayo de 2018, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria cambió su acrónimo Corpoica por AGROSAVIA.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Introducción	11
Capítulo I	
Importancia económica y distribución geográfica	13
Distribución del cultivo a nivel mundial, nacional y departamental	13
El cultivo de calabacín en Colombia	16
Descripción del área geográfica.....	18
Áreas óptimas para la producción de calabacín	18
Características de los suelos de la subregión del Oriente antioqueño (Antioquia) y las provincias de Oriente y Sumapaz (Cundinamarca).....	28
Oriente antioqueño	28
Provincias de Oriente y Sumapaz en Cundinamarca	29
Dinámica económica departamental	30
Departamento de Antioquia.....	30
Departamento de Cundinamarca.....	31
Capítulo II	
Descripción botánica, taxonómica y clasificación	33
Familia Cucurbitaceae.....	33
Importancia del género	33
Origen y distribución.....	35
Uso de las especies cultivadas	36
Alimento.....	36
Medicinal	37
Otros usos industriales o comerciales	37
Descripción de la especie Cucurbita pepo	39
Clasificación taxonómica	39
Origen y aspectos ecológicos.....	39
Diversidad	40
Descripción botánica de la planta de calabacín.....	41
Raíz	41
Tallo	42
Hojas	43
Flores.....	44
Fruto.....	46
Semillas	47

Capítulo III

Recurso genético y propagación 49

Recurso genético.....	49
Amanda F1	50
Mila F1	51
Golden F1	52
Golden Rush	53
Híbrido Brillante.....	53
Híbrido President	54
Normatividad para producción de semilla en Colombia	56
Propagación.....	56
Siembra directa	57
Siembra a partir de plántulas	58
Adquisición de material de siembra en Cundinamarca y Antioquia.....	62

Capítulo IV

Características edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo y fisiología del calabacín 64

Características edafoclimáticas.....	64
Temperatura	64
Humedad.....	66
Luminosidad	67
Suelo	67
Fisiología del calabacín	75
Crecimiento y desarrollo de las plantas de calabacín	76

Capítulo V

Prácticas culturales 80

Preparación del suelo.....	80
Trasplante	82
Riego	84
Riego localizado.....	85
Riego en Antioquia y Cundinamarca	86
Poda del calabacín	87
Requerimientos nutricionales	88
Nitrógeno	90
Fósforo	91
Potasio	92
Calcio.....	93
Magnesio	95
Azufre	96
Hierro	96
Manganeso	96
Boro.....	97
Zinc	98

Cobre	99
Respuesta a la salinidad	104
Aplicación de materia orgánica.....	106
Rotación.....	106
Polinización.....	107
Manejo y control de arvenses (malezas)	109

Capítulo VI

Enfermedades asociadas al calabacín 111

Principales enfermedades del calabacín.....	111
Principales afecciones ocasionadas por hongos	111
Enfermedades ocasionadas por bacterias	115
Enfermedades de origen viral	117
Enfermedades asociadas a nematodos.....	118
Enfermedades abióticas o no parasitarias.....	118
Principales enfermedades del calabacín en Colombia	120
Enfermedades ocasionadas por hongos.....	121
Enfermedades ocasionadas por bacterias	128
Enfermedades ocasionadas por virus	130
Otras patologías observadas	132

Capítulo VII

Manejo integrado de plagas 138

Plagas del cultivo de calabacín	139
Gusano trozador negro	139
Arañita o arañuela bimaclada	143
Perforador de las cucurbitáceas	150
Babosas y caracoles	157
Mosca blanca	161
Áfidos, piojos o pulgones	168
Minador de la hoja	172
Cucarroncitos del follaje	176

Capítulo VIII

Manejo de cosecha y poscosecha del calabacín 179

Introducción	179
Características físicas, químicas y valor nutricional	180
Aspectos de la fisiología poscosecha	181
Factores extrínsecos.....	182
Factores intrínsecos	183
Índices de madurez.....	184
Cosecha del calabacín	185
Acondicionamiento del producto	191
Acopio	192
Normalización	192
Calidad	193

Empaque	196
Almacenamiento	199
Daños por frío	201
Transporte	202
Capítulo IX	
Indicadores económicos	203
Introducción	203
Costos de producción	203
Rendimientos	206
Precios	206
Indicadores de rentabilidad	206
Capítulo X	
Buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de calabacín (<i>Cucurbita pepo</i>)	207
Definición	207
Parámetros de las BPA y cómo implementarlas	208
Áreas e instalaciones	209
Herramientas, equipos y utensilios	210
Personal	210
Componente ambiental	211
Manejo de suelos	211
Selección del material de propagación	212
Nutrición de plantas	212
Protección del cultivo	212
Trazabilidad	213
Certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA)	214
Entorno ambiental	216
Normatividad sobre buenas prácticas agrícolas (bpa)	217
Diagnóstico de la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) de los productores encuestados en Cundinamarca y Antioquia	219
Componente ambiental	224
Requisitos del ICA para la certificación	235
en buenas prácticas agrícolas	235
Los autores	250
Referencias	254

Lista de figuras

Figura 1	Distribución del promedio de producción de calabazas, zapallo y calabaza confitera por regiones del mundo (2016)	13
Figura 2	Producción de los diez mayores países productores de calabazas, zapallo y calabaza confitera (2016)	14
Figura 3	Área cosechada en los países con mayor producción de calabazas, zapallo y calabaza confitera (2016)	15
Figura 4	Rendimiento (t/ha) de los países con mayor producción de calabaza, zapallo y calabaza confitera (2016)	16
Figura 5	Flores de calabacín para consumo <i>gourmet</i>	37
Figura 6	Algunas cucurbitáceas de importancia en Colombia	38
Figura 7	Calabacín ornamental <i>orange ball</i>	40
Figura 8	Calabacín ornamental <i>striped pear</i>	41
Figura 9	Raíz de la planta de calabacín	42
Figura 10	Tallo de planta de calabacín.....	43
Figura 11	Hojas de planta de calabacín	44
Figura 12	Flor femenina de la planta de <i>Cucurbita pepo</i>	45
Figura 13	Flor masculina de la planta de <i>Cucurbita pepo</i>	45
Figura 14	Frutos de calabacín variegado, verde y amarillo.....	47
Figura 15	Semilla de calabacín	48
Figura 16	Frutos de la variedad Coccozelle	50
Figura 17	Variedad de calabacín Amanda F1	51
Figura 18	Variedad de calabacín Mila F1	52
Figura 19	Variedad de calabacín Golden F1	53
Figura 20	Fruto del híbrido de calabacín Brillante	54
Figura 21	Fruto del híbrido de calabacín President.....	55
Figura 22	Siembra directa de calabacín	57
Figura 23	Competencia de plántulas de calabacín	58
Figura 24	Plántulas de calabacín listas para trasplantar	59
Figura 25	Montaje de semillero de calabacín en bandejas.....	60
Figura 26	Topografía del terreno para el establecimiento de calabacín	70
Figura 27	Utensilios para la toma de una muestra de suelo	72
Figura 28	Paso a paso de la toma de muestras para análisis de suelos.....	73
Figura 29	Siembra de calabacín en surco sencillo.....	74
Figura 30	Siembra de calabacín en surcos dobles, con cobertura plástica	75

Figura 31	Uso de maquinaria para preparación del terreno.....	81
Figura 32	Plántula de calabacín apta para trasplante.	82
Figura 33	Pudrición apical de fruto de calabacín, síntoma de deficiencia de calcio	94
Figura 34	Síntoma de deficiencia de magnesio en hojas de calabacín.....	95
Figura 35	Rayado del fruto y cicatrización con apariencia corchosa, síntoma de deficiencia de boro	98
Figura 36	Polinización entomófila en calabacín	108
Figura 37	Siembra de calabacín con cobertura plástica	110
Figura 38	Síntomas de afecciones radicales por patógenos del suelo.....	123
Figura 39	Síntomas de moho gris en flores y frutos.....	125
Figura 40	Síntomas de cenicilla en las hojas.....	127
Figura 41	Síntomas de pudrición blanda en frutos.....	129
Figura 42	Síntomas de lesiones compatibles con mildew veloso	133
Figura 43	Necrosis apical del calabacín.....	134
Figura 44	Daños asociados al uso inapropiado de agroquímicos	135
Figura 45	Daño por radiación solar directa (golpe de sol)	136
Figura 46	Frutos bajo observación en laboratorio, conservados a 21 °C y 75 % de humedad relativa durante 15 días	137
Figura 47	Larva de <i>Agrotis ipsilon</i>	141
Figura 48	Huevos de <i>Diaphania nitidalis</i>	151
Figura 49	Larva de <i>Diaphania nitidalis</i>	152
Figura 50	Pupa de <i>Diaphania nitidalis</i>	153
Figura 51	Adulto de <i>Diaphania nitidalis</i>	154
Figura 52	Daño de <i>Diaphania nitidalis</i> en frutos.	155
Figura 53	Daño causado por <i>Diaphania nitidalis</i> en flor.	155
Figura 54	Daños ocasionados por caracol en cultivos jóvenes de calabacín ..	159
Figura 55	Mosca blanca en hojas de calabacín	164
Figura 56	Trampa de color amarillo para la captura de adultos de mosca blanca ...	167
Figura 57	Proceso respiratorio del calabacín en poscosecha.....	182
Figura 58	Daño en la piel del calabacín por rozamiento.....	183
Figura 59	Daño en la piel del calabacín por magulladuras.....	184
Figura 60	Diversos estados de madurez en los que se comercializa el calabacín en Antioquia y Cundinamarca	186
Figura 61	Calabacín maduro con semillas formadas.....	187
Figura 62	Planta en fase productiva activa, con buen potencial de producción ...	188
Figura 63	Cosecha de calabacín.....	189

Figura 64	Lesiones físicas durante las operaciones de clasificación, empaque, acondicionamiento y transporte	191
Figura 65	Acondicionamiento	192
Figura 66	Lavado de calabacín con agua limpia en zonas de producción	193
Figura 67	Frutos de calabacín aptos para la comercialización en almacenes de cadena y mercado local.....	194
Figura 68	Principales malformaciones o defectos en frutos de calabacín	195
Figura 69	Empaque de plástico (canastilla), utilizado para la entrega de calabacín a plazas de mercado	197
Figura 70	Empaque tipo costal, no recomendado, utilizado para comercializar calabacín en plazas de mercado	198
Figura 71	Diferentes clases de empaques y presentación de frutos de calabacín en plazas de mercado y supermercados	199
Figura 72	Daños por frío en calabacín	202
Figura 73	Panorámica del cultivo de calabacín	208
Figura 74	Almacenamiento adecuado de insumos agropecuarios (señalización, bioseguridad e instalaciones de trabajo).....	209
Figura 75	Señalización de áreas y procedimientos.....	210
Figura 76	Esquema del manejo integrado de plagas en calabacín	213
Figura 77	Conocimientos de interés de los productores de calabacín en Cundinamarca y Antioquia (%)	219
Figura 78	Sitio de almacenamiento de insumos y herramientas encontrado en el diagnóstico de campo	220
Figura 79	Manejo de envases de plaguicidas de los productores de calabacín en Cundinamarca y Antioquia.....	221

Lista de tablas

Tabla 1	Área, producción y rendimiento de calabacín en Colombia (2012-2017)...	17
Tabla 2	Características diferenciales de las distintas especies cultivadas de <i>Cucurbita</i>	34
Tabla 3	Influencia de la temperatura del suelo en la germinación de la planta de calabacín	65
Tabla 4	Influencia de la temperatura del ambiente en el desarrollo y la floración de la planta de calabacín	65
Tabla 5	Elementos principales, características y síntomas de deficiencia	99
Tabla 6	Composición química y valor nutricional por 100 g de calabacín ...	181
Tabla 7	Temperatura y duración del prealmacenamiento antes del almacenamiento definitivo.....	201
Tabla 8	Costos de producción de calabacín por hectárea (10.000 plantas) ...	204
Tabla 9	Costos indirectos de producción de calabacín por hectárea (10.000 plantas).....	205
Tabla 10	Costos totales de producción de calabacín para una hectárea (10.000 plantas) (COP).....	206
Tabla 11	Indicadores de rentabilidad	206
Tabla 12	Formato de radicación para solicitud de auditoría de certificación ICA ...	215
Tabla 13	Productos plaguicidas usados por productores de calabacín, con reporte de dosis.....	222
Tabla 14	Productos plaguicidas usados por productores de calabacín, sin reporte de dosis.....	224
Tabla 15	Resumen del componente ambiental para el cultivo de calabacín ...	229
Tabla 16	Formato sugerido como matriz de aspectos e impactos ambientales..	234

Introducción

Para el año 2015, las evaluaciones agropecuarias municipales (EVA) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario [Agronet], 2015) reportaron que el área cosechada de hortalizas en el país había alcanzado 76.570 hectáreas.

Los departamentos con mayor producción son Cundinamarca, con una participación del 19 % del total nacional; seguido de Boyacá, con el 15 %; Norte de Santander, Antioquia y Santander, con un 10 % cada uno, y Nariño, con el 8 %. Las hortalizas más sembradas por los agricultores son el tomate, la cebolla de bulbo, la zanahoria, la ahuyama y la cebolla de rama (Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano [Pectia], 2016).

En Colombia, 29 departamentos y más de 600 municipios cuentan con áreas de cultivo destinadas a la producción hortícola, que representan el 7,3 % del área cosechada y el 22,1 % de la producción obtenida en los cultivos conocidos como transitorios.

Las estadísticas presentadas por el MADR muestran una tendencia al aumento en la producción de hortalizas, ya que reportan un crecimiento del 18 % entre los años 2007 y 2015, y en este último se alcanzaron 1,85 millones de toneladas. Sobresalen productos como el tomate (34 % de participación del total nacional), la cebolla de bulbo (13,5 %), la cebolla de rama (13 %), la zanahoria (12 %) y la ahuyama (6 %) (Pectia, 2016).

En el país se siembran alrededor de 40 especies hortícolas, que conforman una variada canasta de productos que enriquecen la dieta de los colombianos. Cerca del 70 % de la producción se dedica a la siembra de unas pocas especies, como tomate, cebolla de bulbo blanca y roja, lechuga batavia, cebolla de rama, repollo, zanahoria, arveja, habichuela, pimentón y pepino.

Sin embargo, existen otras especies hortícolas que se siembran en menor proporción, pero que también son fundamentales, por su alto valor nutricional y medicinal, y cuyo consumo se ha venido incrementando en la medida en que el

nivel de ingresos aumenta y los consumidores adquieren conocimiento acerca de su forma de preparación y reconocen sus propiedades benéficas para la salud.

Entre estas especies se pueden mencionar las lechugas foliares rojas y verdes, brócoli, coliflor, cilantro, cebollín, puerro, rábano y calabacín, entre otras. En el caso del calabacín, su consumo en el país ha venido aumentando en la última década, debido a su sabor y textura excelentes, que han conquistado el paladar de los consumidores, reemplazando en cierta medida el consumo de pepino, por encontrarse en la misma familia botánica.

Esta especie se siembra en la mayoría de las zonas productoras de Colombia, pero, por tratarse de un cultivo de áreas pequeñas, aún no se cuenta con estadísticas. Los departamentos en los que se da una mayor producción son Cundinamarca y Antioquia, que abastecen grandes centros de consumo, como las ciudades de Bogotá y Medellín, así como la región caribe, donde la consumen especialmente los turistas en hoteles y restaurantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, este modelo productivo de calabacín pretende ser una primera versión de una serie de recomendaciones tecnológicas que le permitan al agricultor mejorar sus sistemas productivos, así como constituir una herramienta para asistentes técnicos y nuevos productores que deseen incursionar en este cultivo como alternativa de diversificación hortícola.

Con el fin de conocer el sistema productivo y su manejo en los departamentos productores, se visitaron predios donde se produce calabacín en los municipios de Chipaque, Une, Ubaque, Sylvania y Fusagasugá en Cundinamarca (30 productores), y La Ceja, Envigado, El Carmen de Viboral, Marinilla, Rionegro, El Santuario y Medellín en Antioquia (25 productores).

Con cada agricultor se diligenció un formato de captura de información tipo encuesta, en la que se abordaron principalmente temas de manejo del cultivo y comercialización del producto. Estos datos se usaron como insumo para la construcción del presente modelo productivo.

Capítulo I

Importancia económica y distribución geográfica

Distribución del cultivo a nivel mundial, nacional y departamental

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017), en el periodo de 2006 a 2016 la producción promedio de calabazas, zapallo y calabaza confitera alcanzó un total de 23.422.676 toneladas. Esta producción se distribuyó en cinco regiones: Asia, Europa, América, África y Oceanía. Asia fue la región que mostró una mayor producción promedio, con una participación del 64 % (figura 1).

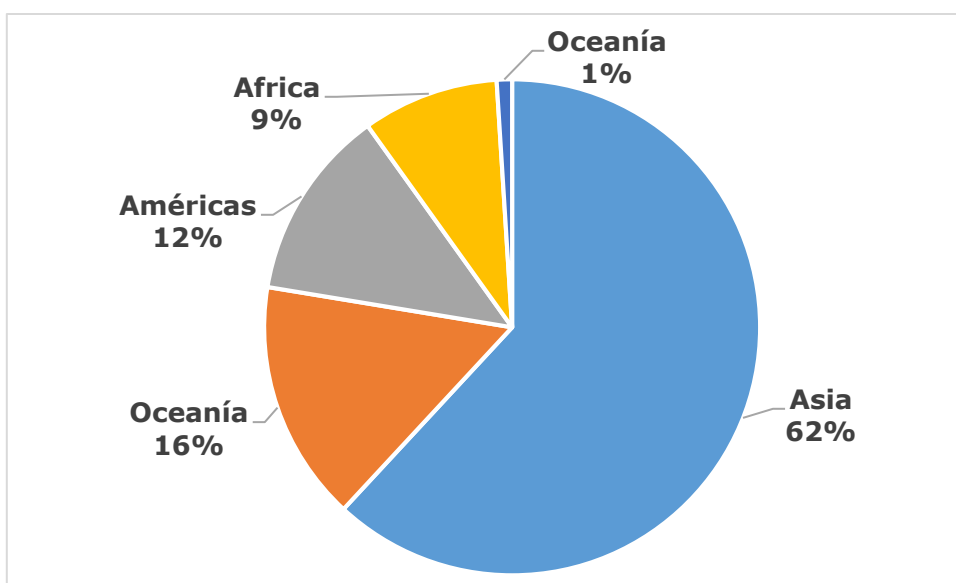


Figura 1. Distribución del promedio de producción de calabazas, zapallo y calabaza confitera por regiones del mundo (2016).

Fuente: FAO (2017)

En 2016, los países que ocuparon los 10 primeros lugares de producción en toneladas de calabazas, calabacines y calabazas dulces fueron China continental, como el mayor productor, con 7.789.437 toneladas, seguido de India, Rusia, Ucrania, Estados Unidos, México, Indonesia, Italia, Cuba y Turquía (figura 2). Entre los 118 países reportados como productores, Colombia ocupa el lugar 45, con una producción de 73.079 t para el año 2016 (FAO, 2017).

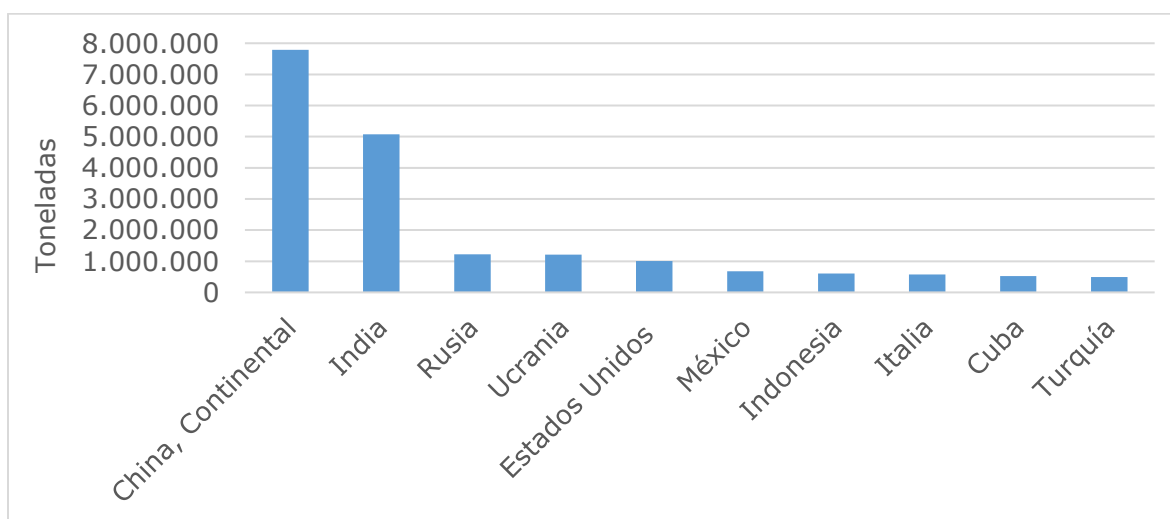


Figura 2. Producción de los diez mayores países productores de calabazas, zapallo y calabaza confitera (2016).

Fuente: FAO (2017)

En el caso del área cosechada, la FAO (2017) reporta que, entre los países con mayor producción para 2016, India es el que presenta una mayor área, con 528.753 hectáreas cosechadas, seguido de China continental, Turquía, Ucrania, Cuba, Rusia, Estados Unidos, México, Italia e Indonesia (figura 3).

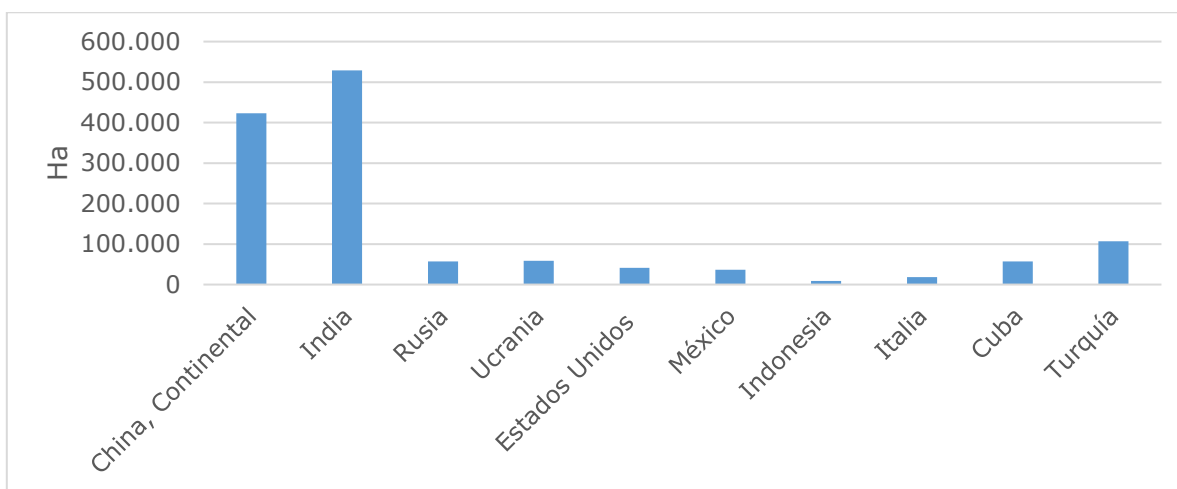


Figura 3. Área cosechada en los países con mayor producción de calabazas, zapallo y calabaza confitera (2016).

Fuente: FAO (2017)

Dentro de estos 10 países con la mayor producción mundial, Indonesia lidera los rendimientos, con 683.422 t/ha, seguido de Italia, con 313.850 t/ha (figura 4). Aunque Colombia no se encuentra entre los países que más producen, tiene un rendimiento promedio de 136.131 t/ha, que se encuentra por encima de aquellos de India, Cuba o Turquía, que están entre los líderes en producción (FAO, 2017).

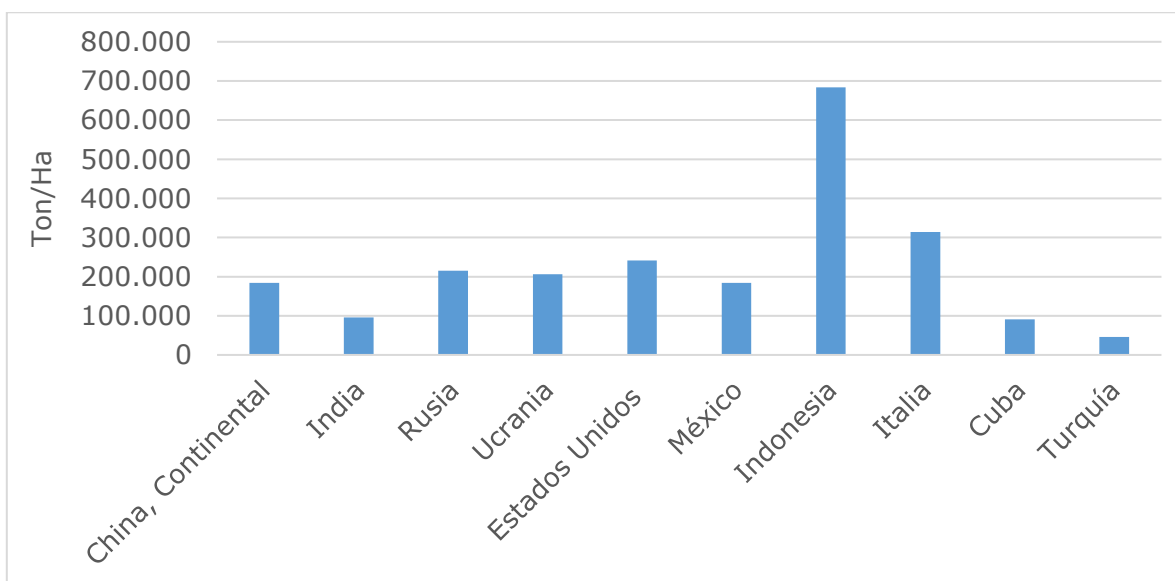


Figura 4. Rendimiento (t/ha) de los países con mayor producción de calabaza, zapallo y calabaza confitera (2016).

Fuente: FAO (2017)

Según la FAO (2017), entre 2006 y 2016 el rendimiento y el área de los cultivos de calabazas, zapallo y calabaza confitera han venido creciendo a nivel mundial.

El cultivo de calabacín en Colombia

En Colombia, las principales especies de la familia de las cucurbitáceas que se siembran son sandía (*Citrullus lanatus*), melón (*Cucumis melo*), pepino cohombro (*Cucumis sativus*), victoria (*Cucurbita ficifolia*), ahuyama (*Cucurbita maxima*), pepino de rellenar (*Cyclanthera pedata*), pepino de agua (*Solanum muricatum*), estropajo (*Luffa cylindrica*), sidra (*Sechium edule*) y calabazas, incluyendo el calabacín (*Cucurbita pepo*). Es difícil tener una visión global de la importancia de estos cultivos, ya que no se cuenta con datos o cifras estadísticas de todos ellos.

El calabacín o *zucchini* (*Cucurbita pepo* L.) es una especie hortícola que se cultiva en Colombia, principalmente en Cundinamarca, departamento en el que se

estimó un área cosechada de 10 ha, con una producción de 40 t y un rendimiento promedio de 4 t/ha en 2015 (Agronet, 2017).

Para el año 2016, la FAO reportó una producción en Colombia de 73.079 t, en un área de 5.368 ha y un rendimiento de 13,61 t/ha de calabazas, zapallo y calabaza confitera. En 2017, Agronet especificó las cifras correspondientes al calabacín, con una producción de 931,75 t, cosechadas en un área de 62,5 ha y con un rendimiento de 11,82 t/ha. La tabla 1 refleja una evolución en los últimos cinco años.

Tabla 1. Área, producción y rendimiento de calabacín en Colombia (2012-2017)

Departamento	Año	Área cosechada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/ha)
Cundinamarca	2012	37,00	1.107,00	29,92
Cundinamarca	2013	39,00	1.684,00	43,18
Cundinamarca	2015	10,00	40,00	4,00
Cundinamarca	2016	56,50	883,75	15,64
Boyacá	2016	6,00	48,00	8,00
Boyacá	2017	6,60	58,20	8,82
Valle del Cauca	2017	9,00	108,00	12,00
Norte de Santander	2017	16,00	960,00	60,00
Cundinamarca	2017	73,00	710,00	9,73

Fuente: Agronet (2017)

De acuerdo con las estadísticas reportadas por Agronet (2017), hasta 2015 Cundinamarca reportó el 100 % de la participación del cultivo a nivel nacional. A partir de 2016 ingresa el departamento de Boyacá, con el 5,15 % en producción y un 9,60 % del área cosechada. En 2017, el Valle del Cauca y Norte de Santander se reportaron como nuevos productores, con producciones del 5,88 % y el 2,28 %, respectivamente.

En los datos de las estadísticas nacionales no se reporta Antioquia, pero en el diagnóstico que se desarrolló para la construcción del modelo tecnológico de calabacín se encontró que sí se cultiva en este departamento. Las fincas visitadas sumaron 47 hectáreas con cultivos de calabacín en asocio con otras especies,

ubicadas en los municipios del Oriente antioqueño cercano (El Carmen de Viboral, Marinilla, El Santuario, Rionegro y La Ceja), y Envigado y Medellín en el Valle de Aburrá.

Descripción del área geográfica

La producción de calabacín en Colombia se da en diferentes regiones del país, a continuación, se describirán las zonas con potencial para el establecimiento de este cultivo.

Áreas óptimas para la producción de calabacín

Según estadísticas del Tercer Censo Nacional Agropecuario, Colombia posee 43.024.739,6 ha de suelo de uso agropecuario, que constituyen un 39 % del área nacional. Cundinamarca ocupa el 6,6 % del área nacional y Antioquia el 11 %. Dentro de cada uno de los departamentos, un 62 % del área de Cundinamarca está destinada al uso agropecuario y en Antioquia un 55 % (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018).

Departamento de Antioquia

El departamento se divide en nueve subregiones (Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste, Urabá y Valle de Aburrá). Entre ellas se destaca el Oriente, por su riqueza en recursos naturales, actividades económicas industriales, servicios de apoyo a la producción y variedad de climas, que hacen que sea una zona con un alto nivel competitivo (Corporación de Estudios, Educación e Investigación Ambiental [CEAM], 2003).

Su área cultivada total es de 13.100 ha y su volumen de producción es de 258.074 t, que se concentra sobre todo en las zonas aledañas a la capital, Medellín, y a su área metropolitana; en los municipios de la subregión del Oriente antioqueño, principalmente en Marinilla, El Santuario, El Peñol y El Carmen de Viboral (89,6 %) y en el área rural de Medellín (5,6 %). Las demás subregiones representan un 4,8 % del total.

La participación de otras subregiones del departamento solo es importante en el caso de la cebolla junca (Valle de Aburrá, municipios de Giraldo y Barbosa), el tomate (Oriente, Suroeste y Occidente antioqueños) y la ahuyama (municipio de Dabeiba) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2007).

Para el cultivo de hortalizas de clima frío, Antioquia posee 38.545,67 hectáreas aptas, 164.594,96 moderadamente aptas y 286.839,69 marginalmente aptas. Entre las aptas se destacan las subregiones del Oriente antioqueño y Altiplano norte. A la primera pertenecen los municipios de Marinilla, Rionegro, El Santuario, El Carmen de Viboral y La Ceja, donde existen áreas aptas para la producción de calabacín (Agronet, 2013).

La subregión del Oriente antioqueño limita por el norte con el Valle de Aburrá y la subregión Nordeste; por el oriente con la del Magdalena Medio; por el sur con el departamento de Caldas, y por el occidente con parte del valle de Aburrá y la subregión Suroeste. La subregión está conformada por 23 municipios, agrupados en cuatro zonas, entre las que se encuentra aquella del valle de San Nicolás, que comprende los municipios de El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente, y Está articulada con la dinámica de expansión del Valle de Aburrá como centro complementario de desarrollo, y presenta requerimientos de expansión por su oferta de infraestructura, recursos naturales y calidad paisajística. Su cercanía al área metropolitana permite un intercambio constante de servicios y productos, de beneficio mutuo para las poblaciones involucradas (Toro, 2010).

Subregión del Oriente antioqueño

El Oriente antioqueño tiene una extensión de 7.021 km², equivalentes a 702.100 ha, que representan aproximadamente el 11 % del territorio departamental y el 0,6 % del nacional. La cordillera Central atraviesa la subregión de sur a norte, lo que ocasiona que el 78,6 % del área sea montañosa, el 16,16 % pertenezca al altiplano y el 2,64 % corresponda a zona de lomerío (Jaramillo et al., 2016).

La Ceja

El municipio cuenta con una extensión de 13.360 ha, que se distribuyen en un 3 % de área urbana y un 97 % de área rural. Limita por el norte con Rionegro; por el

nororiente con El Carmen del Viboral; por el oriente con La Unión; por el sur con Abejorral; por el suroccidente con Montebello, y por el occidente con El Retiro.

Su plan de ordenamiento territorial (POT) municipal se estructura en torno a cinco principios: conectividad ecológica, preservación de la economía campesina, compactación del desarrollo urbanístico e industrial, distribución de oportunidades y legalidad.

En este contexto, el cultivo de calabacín se ubica en el área de protección agropecuaria y hace parte de ese grupo de hortalizas que se cultivan con fines comerciales y de seguridad alimentaria. Adicionalmente, al utilizarse para rotar áreas de producción de otras hortalizas, en especial la cebolla, es un cultivo de bajo impacto, que utiliza muy pocos insumos porque aprovecha los que quedan acumulados en el suelo y no demanda tantos cuidados (Alcaldía Municipal de La Ceja del Tambo, 2016).

Marinilla

El municipio tiene una extensión de 116 km², limita al norte con San Vicente Ferrer, al oriente con El Santuario, al noroccidente con El Peñol, al sur con El Carmen de Viboral y al occidente con Rionegro. Su área rural presenta variaciones altitudinales entre 2.000 y 2.600 m s. n. m.

El avance de las zonas de vivienda campestre ha implicado ubicar la producción de hortalizas en las zonas nororiental y noroccidental. La presión por el cambio de uso del suelo hace que las exigencias en cuanto a la rentabilidad de los cultivos crezcan, y que a su vez esas externalidades se trasladen a los ecosistemas naturales. Sin embargo, dado el carácter rotacional del calabacín, su cultivo no causa impactos ambientales negativos.

Adicionalmente, Marinilla cuenta con una figura de uso de suelo denominada distrito agrario, donde, además de la producción, los destinos de la zona se rigen por la conservación de los recursos naturales, la economía campesina y la participación comunitaria. Esta figura posibilita una gobernanza equilibrada en el municipio y, en ese contexto, el calabacín cumple con su función ecológica de cultivo alterno. Sin embargo, el uso de insumos de síntesis química ya se

reconoce como un problema, dados sus volúmenes y la frecuencia de las aplicaciones (Alcaldía Municipal de Marinilla, 2016).

El Santuario

Está ubicado en el extremo norte de la cordillera Central, limita por el norte con los municipios de Copacabana, Barbosa, Girardota y Concepción; por el occidente con Medellín, Envigado y el municipio de Caldas; por el sur con Santa Bárbara, Montebello, Abejorral y Sonsón; y por el oriente con Cocorná, Granada y El Peñol.

Dada su ubicación estratégica, cuenta con diversos programas para incentivar la producción agropecuaria sostenible, ya que su plan básico de ordenamiento territorial tiene una visión de sostenibilidad transversal a las actividades económicas que se desarrollan en su territorio, por lo cual el cultivo de calabacín constituye una buena opción para entrar a mercados limpios o iniciar un proceso de certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA).

Es muy importante destacar el hecho de que el mencionado plan contempla la implementación de tecnología de punta en su sector productivo agropecuario y reconoce el rol que juega AGROSAVIA (Alcaldía Municipal de El Santuario, 2016).

El Carmen de Viboral

Limita al norte con los municipios de El Santuario, Marinilla y Rionegro; por el occidente con La Ceja y La Unión; por el oriente con El Santuario y Cocorná, y al sur con Abejorral y Sonsón. Su extensión total es de 448 km², distribuidos en 2,4 km² de zona urbana y 445,6 km² de zona rural. Su temperatura oscila entre 12 °C y 24 °C, y cuenta con 48.000 habitantes, de los cuales un 66 % se encuentran en la zona urbana y los restantes en la rural, subdividida en 55 veredas.

El cultivo de calabacín se ubica en la zona fría del municipio. En el actual plan de desarrollo municipal, la visión de la ruralidad está concebida en el marco de la sustentabilidad, lo que implica producir de manera amigable con el ambiente, teniendo en cuenta un compromiso con las generaciones futuras.

Lo anterior puede llevarse a cabo mediante el fomento de sistemas de producción de bajo impacto ambiental, la promoción de la agricultura familiar y el establecimiento de huertas caseras, así como la implementación de buenas prácticas agrícolas (Alcaldía Municipal de El Carmen de Viboral, 2016). El uso del suelo en la zona rural prioriza su desarrollo, por lo tanto, el cultivo de calabacín, en asocio con otras hortalizas, tiene muy buenas posibilidades de seguir creciendo.

Rionegro

Rionegro limita al norte con los municipios de Guarne y San Vicente Ferrer, al este con Marinilla y El Carmen de Viboral, al sur con La Ceja, y al oeste con Envigado y Medellín. El 96 % de su territorio es rural, 18.834,78 ha, distribuidas en 35 veredas.

La heterogeneidad de su territorio implica diversas tipologías de producción agropecuaria, con múltiples impactos en el ambiente. La dinámica de producción agropecuaria intensiva genera efectos nocivos para el suelo y el agua, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar las BPA en los cultivos de hortalizas, no solo para obtener una certificación que posibilite el acceso a nuevos mercados, sino para contrarrestar las consecuencias negativas de la producción convencional (Alcaldía Municipal de Rionegro, 2016).

Desde esa óptica, el calabacín es una buena estrategia de conservación del suelo y de limpieza del lote, pero se hace necesario que, en la medida de lo posible, sus prácticas vayan adoptando las propuestas de la Resolución 30021 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2017).

Subregión del Valle de Aburrá

Esta subregión se caracteriza por una topografía irregular y pendiente, con alturas que oscilan entre 1.300 y 2.800 m s. n. m. Su zona plana está urbanizada y la producción agropecuaria se ubica en los paisajes de lomerío, donde se combinan diversos factores agrícolas y pecuarios. En el caso de las hortalizas, la estacionalidad de las siembras y la rotación de productos permiten altos volúmenes de producción, sin que esto implique necesariamente la implementación de las BPA (Jaramillo et al., 2016).

Medellín

El territorio rural de Medellín se compone de cinco corregimientos: San Antonio de Prado, San Cristóbal, Santa Elena, Altavista y San Sebastián de Palmitas. En cada uno de ellos, las dinámicas agropecuarias son diversas y están ligadas a necesidades del mercado o a un fuerte arraigo cultural.

El corregimiento de San Antonio de Prado se caracteriza por tener gran parte de su extensión dedicada a la producción agropecuaria. Así mismo, se evidenció que en San Sebastián de Palmitas existe una tendencia similar en la conservación de las actividades propias del campo, y que últimamente se han visto afectados por el cambio de uso de suelo generado en el fraccionamiento de los suelos suburbanos cercanos (Alcaldía Municipal de Medellín, 2016).

Las buenas prácticas agrícolas en el cultivo de calabacín no solo son necesarias para la calidad e inocuidad del cultivo, sino que además es imperativo adoptar hábitos, procesos y una cultura en torno a la sostenibilidad, considerando recursos como el suelo, el agua y el aire.

Por otro lado, la visión a futuro de Medellín incluye la sostenibilidad como destino y la equidad social como ruta, lo que constituye una razón suficiente para implementar las BPA en todos los sistemas productivos hortícolas, que son los que predominan en la región.

Envigado

Envigado está situado al sudeste de Medellín, su territorio tiene un área aproximada de 7.821 ha, de las cuales el 82 % (6.596 ha) corresponden al área rural, donde el cultivo de hortalizas está presente en todas las veredas del municipio.

La gestión pública actual tiene un enfoque de desarrollo sostenible y resiliente, orientado a la responsabilidad ecológica, la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, y un modelo de ocupación del territorio fundamentado en la capacidad de soporte de la base natural de recursos y los demás sistemas territoriales. También considera procesos productivos y de consumo con mejores prácticas culturales, así como asentamientos seguros y resilientes.

De otro lado, Envigado cuenta con una dirección de seguridad alimentaria nutricional, que desarrolla acciones enfocadas en el acceso a alimentos de calidad, el fomento de buenos hábitos alimentarios, la nutrición de la primera infancia y la coordinación de las acciones de la mesa municipal dedicada al tema (Alcaldía Municipal de Envigado, 2016).

Estas condiciones de sostenibilidad y de seguridad alimentaria, que ya están establecidas de diversas formas en la gestión pública del municipio, hacen que la implementación de las BPA sea una necesidad en todos los escenarios de la producción agropecuaria del municipio.

Departamento de Cundinamarca

El departamento se encuentra en el centro de la cordillera Oriental colombiana. En su parte central se encuentran relieves montañosos, y ambientes de piedemonte en el oriente. Se divide en 15 subregiones o provincias: Almeidas, Alto, Bajo y Medio Magdalena, Guativa, Guavio, Medina, Oriente, Rionegro, Sabana Centro y Occidente, Soacha, Sumapaz, Tequendama y Ubaté.

Las provincias con mayor potencial y producción hortícola son Oriente, Sumapaz y Sabana Centro y Occidente, gracias a su clima y topografía. Además, la cercanía de sus municipios con el Distrito Capital facilita la comercialización de sus productos y permite mayores márgenes de ganancia para los productores, a pesar de la variabilidad en los precios (Cámara de Comercio de Bogotá [CCB], 2010).

Los municipios que reportaron mayor producción de calabacín en el año 2016 en este departamento fueron Chipaque y Ubaque, en la provincia de Oriente, y Granada en la de Sumapaz) (Agronet, 2017).

Provincia de Oriente

Oriente es una provincia conformada por 10 municipios que basan su economía en la producción agropecuaria. La mayor parte de su territorio corresponde a zonas de páramo y otros ecosistemas estratégicos, por lo cual hace parte del corredor biológico entre dos parques nacionales naturales: Chingaza y Sumapaz. Es importante destacar que en esta provincia los cultivos de papa y hortalizas,

así como la avicultura y los pequeños sistemas de ganado vacuno dominan el paisaje agropecuario.

Está localizada al sur de Cundinamarca; limita por el norte con la provincia de Guavio, por el sur y el oriente con el departamento del Meta, y por el occidente con Bogotá. Comprende los municipios de Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fómeque, Fosca, Guayabetal, Gutiérrez, Quetame, Ubaque y Une. Tiene un alto potencial hídrico, con las lagunas de Buitrago, Chingaza y Ubaque, así como reservas hídricas y áreas especiales de manejo con varios ríos y quebradas (CCB, 2010).

Oriente cuenta con aproximadamente 6.138 ha cosechadas, de las cuales el 95,23 % se destinan a los cultivos transitorios y las demás a los permanentes. Esta área se destina sobre todo a la producción de papa (3.010 ha), fríjol verde (820 ha), cebolla en bulbo (567 ha), maíz (550 ha), tomate (298 ha), aromáticas (125 ha), arveja (110 ha), caña panelera (180 ha), caducifolios (40 ha), lulo (28 ha), uchuva (24 ha) y granadilla (20 ha) (CCB, 2010).

Según el análisis de la Cámara de Comercio de Bogotá en el año 2010, la vocación productiva de la provincia, dada la presencia y fortaleza empresarial, se concentra en el desarrollo de actividades agropecuarias. Es importante recordar que en su territorio hay zonas que deben dedicarse a un uso forestal protector, con lo que se pretende conservar la calidad de los suelos y prevenir la erosión de las montañas que caracterizan el relieve de la provincia (Castro, Siachoque, Garzón, Useche, & Velandia, 2000; CCB, 2010).

Une

El municipio está conformado por 20.869,3 ha, que corresponden al 0,68 % del departamento y están distribuidas en un 99,8 % de zona rural y un 0,2 % de área urbana. Limita al norte con Chipaque; al oriente con Cáqueza, Fosca y Gutiérrez; al sur con Gutiérrez, y al occidente con Bogotá.

Su principal actividad económica es la producción agropecuaria y, de acuerdo con la altitud sobre el nivel del mar y la topografía, se distribuye en los tres grandes tipos de ecosistemas: subandino, que representa el 8,5 % del territorio; altoandino, que abarca el 49 %, y páramo, que ocupa el 42,5 %.

Los usos del suelo que predominan son el agropecuario tradicional y el de conservación. El Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal (EOT) de 2000 destaca que el minifundio predomina en el primer uso, categoriza el calabacín dentro del grupo de cultivos misceláneos, y manifiesta que las hortalizas son el tercer cultivo de importancia en el municipio, luego de la papa y el maíz (Alcaldía Municipal de Une, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia [Corporinoquia], & Todoambiente, 2000).

Chipaque

El municipio limita al norte y al occidente con Bogotá, al oriente con Ubaque y Cáqueza, y al sur con Une. Tiene una extensión de 13.945 ha, de las cuales el 99 % corresponde a suelo rural, conformado por 23 veredas. Sus ecosistemas abarcan zonas altoandinas, de subpáramo y de páramo. La agricultura es la actividad del municipio, en la que sobresale el cultivo de hortalizas, que ocupa un promedio del 20 % del área rural.

Es común que en los cultivos de cebolla exista una rotación con otras hortalizas, entre las que sobresale el calabacín, por su rusticidad y facilidad de mercado. Sin embargo, hay que resaltar que el calabacín no es un cultivo principal, y que su siembra se realiza con el objetivo de recuperar suelos sobreexplotados dedicados a la cebolla (Alcaldía Municipal de Chipaque, 2016).

Provincia de Sumapaz

Está ubicada al suroccidente de Cundinamarca y se caracteriza por su relieve variado, diversidad ecosistémica, riqueza hídrica y alta producción agropecuaria, en la que sobresale la producción hortícola. Representa el 8 % del área total del departamento.

Está conformada por 10 municipios: Arbeláez, Cabrera, Fusagasugá, Granada, Pandi, Pasca, San Bernardo, Silvania, Tibacuy y Venecia. Limita por el norte con las provincias de Tequendama y Soacha, por el sur con el departamento del Tolima, por el oriente con la ciudad de Bogotá, y por el occidente con la provincia del Alto Magdalena.

En Sumapaz predominan las tierras de pastos manejados, bosque natural y secundario, vegetación de páramo, rastrojo y pasto con rastrojo. Esta riqueza paisajística y ecológica se complementa con la presencia de ríos y quebradas, y con el Parque Nacional Natural Sumapaz, que abarca una extensión total de 150.000 ha y comprende zonas del Distrito Capital, Cundinamarca (Pasca, Cabrera, Arbeláez y San Bernardo), Meta y Huila.

Debido a la importancia hídrica y ecológica de la región, esta provincia tiene un área importante dedicada a un uso de las tierras de carácter protector, tanto forestal como hidrobiológico (CCB, 2008).

Sumapaz tiene un área sembrada aproximada de 16.812 ha, en la que predominan los cultivos permanentes, con una participación del 68,5 % del área cultivada, y el 31,5 % restante está dedicado a los transitorios. Los cultivos más representativos de la zona son café, arveja, papa, mora, gulupa, uchuva y frijol.

Teniendo en cuenta que solo el 9,3 % de sus suelos se destina a la agricultura, y que la producción pecuaria —concentrada en primer lugar en aves y en cerdos en segundo— es tan fuerte en la región y sobresale a nivel departamental, puede suponerse que la vocación productiva de la provincia se concentra en el desarrollo de actividades pecuarias (CCB, 2008).

Fusagasugá

El municipio tiene una extensión total de 194,1 km², de los cuales 13,85 km² corresponden a la zona urbana y 180.25 km² al área rural, distribuidos en 6 comunas y 5 corregimientos. Limita al norte con Silvania y Sibaté, al sur con Arbeláez e Icononzo (Tolima), al oriente con Pasca y Sibaté, y al occidente con Tibacuy y Silvania.

La diversidad de sus ecosistemas facilita el establecimiento de diversos cultivos, entre los que se destacan las hortalizas, con un modelo rotacional. La producción de calabacín está asociada con la recuperación activa de suelos y la rotación con cultivos principales, como la cebolla y la zanahoria (Alcaldía Municipal de Fusagasugá, 2016).

Silvania

Silvania se ubica en la parte suroccidental de la provincia del Sumapaz, sobre la margen derecha del río Subia. Limita por el oriente con Fusagasugá y Sibaté, por el sur con Tibacuy y Fusagasugá, por el occidente con Viotá y Mesitas del Colegio, en la cordillera de Tibacuy, y por el norte con Granada, en la cordillera del Soche o Tequendama. El 95 % de su territorio es rural, está conformado por 13 veredas y presenta rangos altitudinales de 1.200 a 3.000 m s. n. m. (Alcaldía Municipal de Silvania, 2016).

El sector agropecuario del municipio está conformado por los subsectores agrícola y pecuario. El primero aporta muchas hortalizas y frutas, y entre las primeras sobresale la producción de arveja y cebolla; el calabacín es utilizado para rotar con cebolla y recuperar la capacidad productiva de los suelos. Por su parte, en el pecuario, sobresale la producción avícola. La integración de estos subsectores causa problemas fitosanitarios, ya que el uso de gallinaza sin compostar es muy común en la zona (Alcaldía Municipal de Silvania, 2016).

Características de los suelos de la subregión del Oriente antioqueño (Antioquia) y las provincias de Oriente y Sumapaz (Cundinamarca)

Oriente antioqueño

Los materiales parentales incluyen anfibolitas, serpentinitas y granodioritas, que tienen varias unidades geológicas y geomorfológicas recubiertas —excepto en las llanuras aluviales inundables— por cenizas volcánicas dacíticas de hasta 10.000 años de edad, con espesores de 0,7 y 1,3 m, dispuestas en capas (Hermelin, 1992).

Estos materiales han conformado suelos ácidos, probablemente de miles de años de edad, que han perdido parte de sus nutrientes. Sin embargo, presentan características favorables para preservar la vegetación, la materia orgánica y la humedad.

El suelo agrícola típico tiene un horizonte A de medio a profundo, de colores oscuros y textura franca; un horizonte B, con unos 50 cm de profundidad, de textura franco-limosa, y un horizonte C, con profundidades de hasta 1,5 m, masivo, de textura franco-limosa. Los suelos son ligeramente ácidos con deficiencias de nutrientes, en especial de fósforo (Hermelin, 1992).

La presencia de materia orgánica y alófana les ha dado la capacidad de mantenerse (si no hay efectos antrópicos severos) aun en pendientes marcadas; tienen la cualidad de retener agua, con una permeabilidad relativamente alta. Las características físicas de los suelos han favorecido su estabilidad, y exhiben una resistencia natural a la erosión, quizás relacionada con periodos prolongados de abundante cobertura vegetal durante su proceso de consolidación en la zona (Hermelin, 1992).

Provincias de Oriente y Sumapaz en Cundinamarca

Estas provincias se encuentran enmarcadas en tierras de clima medio, de uso forestal de protección y protectoras-productoras, que se caracterizan por presentar altitudes que van de 1.000 a 2.000 m, precipitaciones mayores a 2.000 mm y temperaturas de 18 a 24 °C. Tienen pendientes escarpadas de entre un 50 % y un 75 % o mayores, que constituyen su principal limitación de uso.

La alta susceptibilidad a la erosión y a movimientos en masa determinan su uso para el desarrollo de programas forestales que fomenten la conservación. En algunos sectores de estas provincias, la vegetación nativa ha sido reemplazada con cultivos agrícolas y unidades ganaderas, cuyo efecto negativo se manifiesta principalmente en la pérdida del suelo, la desestabilización de las laderas y el incremento de las amenazas naturales (Garzón, Jiménez, & Botón, 2000).

En las zonas menos escarpadas, con pendientes del 7 % al 50 %, existen tierras de uso agrosilvopastoril, con clima ambiental de medio seco a frío, altitud de 1.000 a 2.000 m, precipitación promedio de entre 590 y 1.000 mm, y temperatura de 18 a 24 °C. Debido a que muchos de sus suelos provienen de ceniza volcánica, son muy susceptibles a la erosión hídrica y a movimientos en masa.

Por lo anterior, el uso agrícola y del suelo debe ser de carácter agrosilvopastoril, con cultivos semipermanentes y permanentes, y de cobertura con leguminosas y gramíneas, especialmente de corte. En general, es necesario que el establecimiento de cultivos transitorios sea muy limitado, seleccionando los sectores de los municipios con menores pendientes (Garzón et al., 2000).

Dinámica económica departamental

En el año 2016^P (provisional), la economía con mayor participación en el producto interno bruto (PIB) fue la de Bogotá, con un 25,7 %, seguida de aquella de Antioquia, con un 14 %. En el caso de Cundinamarca, se ubicó en el quinto lugar, con un 5,3 %. El incremento en la participación de estos dos departamentos se debió a actividades agrícolas, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018).

Departamento de Antioquia

El Oriente antioqueño está compuesto por 984 veredas. Por su extensión, Sonsón es el municipio que mayor número posee (95), y Guatapé el que menos (8). En cifras, el altiplano o zona del valle de San Nicolás presenta los índices más altos de desarrollo de la subregión, pues concentra el 65 % de la población y el 92 % de la actividad económica (Toro, 2010).

Durante los últimos 25 años, la zona se ha caracterizado por el establecimiento de fincas de recreo y actividades industriales, comerciales y de servicios (aeropuerto, zona franca, vías). Su área de cobertura terrestre es de 174.383 ha, de las cuales el 37 % son agrícolas, el 17 % de pastos y el 4 % de bosques. Los mayores índices del PIB de sus municipios provienen de la actividad agropecuaria. En términos generales, la subregión del Oriente antioqueño se destaca por su riqueza en recursos naturales, por las actividades económicas industriales que allí se desarrollan, los servicios de apoyo a la producción, su potencial turístico y el desarrollo inmobiliario. El sector rural es un elemento central en su desarrollo, y es una fuente de alimentos muy importante para el departamento.

La producción lechera, que es una de las principales fuentes de empleo, es propia de los municipios de La Unión, La Ceja y Rionegro. En la zona donde se ubican los embalses y en la vertiente del Magdalena Medio, hay producción de café, plátano, caña y yuca (Toro, 2010).

Departamento de Cundinamarca

El sector agrícola en Cundinamarca presenta un panorama con dos escenarios contrastantes. Por un lado, la región posee características bastante atractivas en cuanto a clima, tiempos de cosecha, calidad de la tierra, abundante mano de obra e instrumentos, que le permiten proveer a los mercados mayorista, minorista y de grandes superficies de Bogotá, Cundinamarca y otras regiones del país.

Sin embargo, por otra parte, la cadena está sufriendo de un atraso considerable, a causa de debilidades por la calidad de las semillas y del agua de riego, conflicto en los usos del suelo, baja disponibilidad de mano de obra en zonas rurales y retrasos en infraestructura vial, entre otros (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

El departamento participa con el 19,26 % de la producción nacional de hortalizas y el 21,39 % del área nacional sembrada. Según el DANE, para el año 2012, la población rural de Cundinamarca alcanzaba solo el 33,2 % del total de la población, lo que demuestra una baja y subutilizada disponibilidad de mano de obra para actividades agropecuarias.

El sector agropecuario aporta el 11,56 % del PIB departamental, y la estructura productiva del departamento ubica la actividad agropecuaria en segundo lugar, con una importancia relativa del 12,9 %, después de la industria manufacturera (21,2 %), y seguida de actividades de servicios y comercio (CCB, 2006; Gobernación de Cundinamarca, 2014).

Por sus características geográficas, Cundinamarca cuenta con una variedad de pisos térmicos que le permite la explotación de todo tipo de actividades agropecuarias. De la superficie agropecuaria, estimada en 2.037.363 ha, el 70 % está ocupada en ganadería, el 18,5 % en bosques naturales, el 8,16 % en actividad agrícola y el

2,4 % en otras actividades relacionadas. Los cultivos predominantes son café, caña panelera, papa, frutales y hortalizas (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

Para el calendario agrícola 2011B-2012A, los cultivos transitorios del departamento presentaron un área sembrada de 124.848 ha, lo que significó una disminución (-9,7 %) respecto al año agrícola anterior. Entre ellos se incluyen acelga, ahuyama, ajo, algodón, apio, hierbas aromáticas, arroz (riego y seco), arveja, brócoli, calabaza, cebolla (bulbo y junca), cilantro, coliflor, espinaca, guatila, haba, lechuga, maíz, papa, papa criolla, pepino, perejil, pimentón, rábano, remolacha, repollo, sorgo, soya, tomate, trigo y zanahoria (CCB, 2006).

Capítulo II

Descripción botánica, taxonómica y clasificación

Familia Cucurbitaceae

Es un grupo vegetal que proviene principalmente de las zonas tropicales del mundo. Comprende 118 géneros y alrededor de 825 especies, y se caracteriza por su hábito rastrero o trepador (solo se conoce una especie con hábito arbóreo, en África), la presencia de zarcillos, las flores unisexuales (con unos cuantos casos de bisexualidad) cuya polinización es realizada por insectos, y por tener una gran diversidad estructural en el androceo y el ovario ínfero en las flores femeninas, a partir del cual se pueden desarrollar diversas formas de frutos (Lira, 1995).

Se originaron en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, y la mayoría de ellos ha desarrollado largas guías o ramas con zarcillos, para adaptarse a la competencia por la luz (Romero, 2016).

Importancia del género

El género *Cucurbita* es bien conocido por sus especies cultivadas, denominadas calabazas, zapallos, u otros nombres en lenguas indígenas en los países de habla hispana, mientras que en los anglosajones se les llama *squashes*, *pumpkins* o *gourds*.

El género *Cucurbita* es natural del continente americano, a éste le pertenecen alrededor de 27 especies (anuales o perennes). Los frutos inmaduros, maduros y las semillas de sus especies cultivadas tienen una gran importancia alimenticia en el mundo, y en algunas regiones de Latinoamérica las flores, las hojas y las semillas de los frutos también son consumidas como verdura (Caballero, 2014; Lira, 1995).

El hombre ha domesticado cinco especies del género *Cucurbita* para el consumo de sus frutos: *C. maxima*, *C. moschata*, *C. pepo*, *C. argyrosperma mixta* (anuales) y

C. ficifolia (perenne) (Caballero, 2014). Esta última solo se emplea para la elaboración de dulces de características especiales, por la fibrosidad de la pulpa, que le confiere una excelente consistencia y un sabor suave a estos productos reposteros (Whitaker & Davis, 1962 citados en Della & Rodríguez, 2013). En la tabla 2 se muestran algunas características de las especies domesticadas para consumo.

Tabla 2. Características diferenciales de las distintas especies cultivadas de *Cucurbita*

Especie	Nombre común	Pedúnculo	Tallo	Hoja	Semilla
<i>C. argyrosperma</i>	Arota, calabaza, calabaza borrada, calabaza caliente, calabaza criolla, calabaza de casco, calabaza de las aguas, cherota y chihua.	Duro, anguloso, que se redondea en la madurez, corchoso y ligeramente acampanado en la unión con el fruto.	Duro, anguloso y acanalado.	Moderadamente lobulada y suavemente pubescente.	Normalmente blanca, puede ser muy grande, de superficie suave o con hendiduras; con margen prominente, de suave a mellado, a veces oscuro.
<i>C. ficifolia</i>	Ahuyama, victoria, zambo, alcayota, vitoria, cayote, lacayote y chilacayote.	Duro, ligeramente anguloso y acampanado.	Duro y suavemente acanalado.	Lobulada, casi redonda y ligeramente espinosa.	Normalmente negra, a veces marrón. A menudo su superficie tiene pequeños hoyos, con margen suave y estrecho.
<i>C. maxima</i>	Ahuyama, auyama, ayote, bonetillos, cabeza de turco, calabaza bonetera, calabaza parda, cantoría y zapallo.	Generalmente blando, redondeado, a menudo corchoso y no acampanado.	Blando y redondeado.	Generalmente no lobulada, casi redondeada y blanda.	De blanca a marrón, a menudo hinchada; a veces su superficie tiene hendiduras o es arrugada; tiene un margen muy estrecho y cicatriz oblicua

Continúa

Continuación tabla 2

<i>C. moschata</i>	Anco, anquito, auyama, calabacita, calabaza, calabaza moscada, calabacín, tamalayote y zapallito coreano.	Duro, ligeramente anguloso y ampliamente acampanado.	Duro y suavemente acanalado.	De casi redondeada a moderadamente lobulada, y blanda.	De blanco pálido a marrón; con superficie de suave a algo rugosa; margen prominente, típicamente mellado y a menudo oscuro, y cicatriz ligeramente oblicua.
<i>C. pepo</i>	Calabacín, calabacines, zapallito italiano, zapallo, ayote, calabacín, <i>zucchini</i> .	Duro, anguloso y a veces ligeramente acampanado cerca del fruto.	Duro, anguloso, acanalado y espinoso.	Palmatilobada, a menudo profundamente hendida y espinosa.	De blanco pálido a marrón; con superficie suave; margen prominente pero normalmente suave, y cicatriz cuadrada o redondeada.

Fuente: Adaptación de Robinson & Decker-Walters (1997) citados en Della & Rodríguez (2013)

Origen y distribución

Esquinas-Alcázar (1993), citado por Della y Rodríguez (2013), destaca que, si bien los centros de origen de las especies cultivadas de cucurbitáceas se encuentran tanto en el Nuevo Mundo como en el Viejo, el género *Cucurbita* tendría solo dos centros de origen en América: México para las especies *C. pepo*, *C. moschata*, *C. argyrosperma* y posiblemente *C. ficifolia*, mientras que la especie *C. maxima* se habría originado en el sur de Perú, Bolivia y el norte de Argentina.

En excavaciones se han encontrado restos de *C. moschata* y *C. argyrosperma* que datan de 5.000 años a. C.; estas dos especies se dispersaron hacia el norte y el sudeste de Estados Unidos y el sur de Centroamérica. *C. moschata* fue llevada tempranamente hacia el sur y hasta Sudamérica, y fue introducida en Perú aproximadamente en 3.000 a. C. (Esquinas-Alcázar, 1993, citado en Della & Rodríguez, 2013).

Uso de las especies cultivadas

Algunas de las especies que conforman la familia de las cucurbitáceas, tienen diferentes usos y aplicaciones que se muestran a continuación:

Alimento

Este es el uso más importante al que se han destinado las especies de *Cucurbita* en Latinoamérica y otras regiones del mundo. Sus frutos (inmaduros o maduros) y semillas son las partes más comúnmente empleadas con este propósito, mientras que las flores (por lo general las masculinas o estaminadas) (figura 5) y las partes tiernas de los tallos, conocidas como puntas de guías, se utilizan en menor escala.

El valor nutricional de todas las partes de las plantas de *Cucurbita* que son consumidas como alimento humano es bastante aceptable. Sin embargo, las semillas son el producto alimenticio y comercial más importante derivado de estos cultivos, principalmente por sus altos contenidos de aceites (hasta + 39 %), proteínas (+ 44 %) y fósforo (+ 1 %).

Por su parte, las llamadas puntas de guías, las flores y los frutos tiernos y maduros se destacan por sus contenidos de calcio y fósforo. Las flores y frutos también son ricos en tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (Lira, 1995).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 5. Flores de calabacín para consumo *gourmet*.

Medicinal

El potencial medicinal de estas especies ha sido investigado ampliamente en toda su área de distribución, sobre todo en cuanto a la capacidad de aliviar padecimientos. El fruto es un diurético y ayuda con enfermedades del cuero cabelludo, las flores actúan como tónico estomacal y pueden estimular el apetito, la raíz tiene capacidad febrífuga y contribuye a aliviar dolores de dientes y enfermedades de la piel, y las semillas actúan como tenífugo, vermífugo, antihelmíntico y aceite para las úlceras, y ayudan en la curación de hemorroides y fiebres eruptivas (Lira, 1995).

Otros usos industriales o comerciales

En México, la pulpa de los frutos de varias especies se utiliza en la elaboración industrial de un jabón destinado a la limpieza de artículos de piel. Por otro lado, investigaciones realizadas en Chile han demostrado que algunas enzimas proteolíticas extraídas de los frutos de *C. ficifolia* son muy eficaces en el tratamiento de aguas residuales resultantes de procesos industriales (Lira, 1995).

Las especies de importancia económica de esta familia que son sembradas en Colombia son (figura 6): sandía (*C. lanatus*), melón (*C. melo*), pepino (*C. sativus*), victoria (*C. ficifolia*), ahuyama (*C. maxima*), pepino de rellenar (*C. pedata*), pepino de agua (*S. muricatum*), estropajo (*L. cylindrica*), sidra (*S. edule*) y calabazas, incluyendo el calabacín (*C. pepo*) (Lira, 1995).

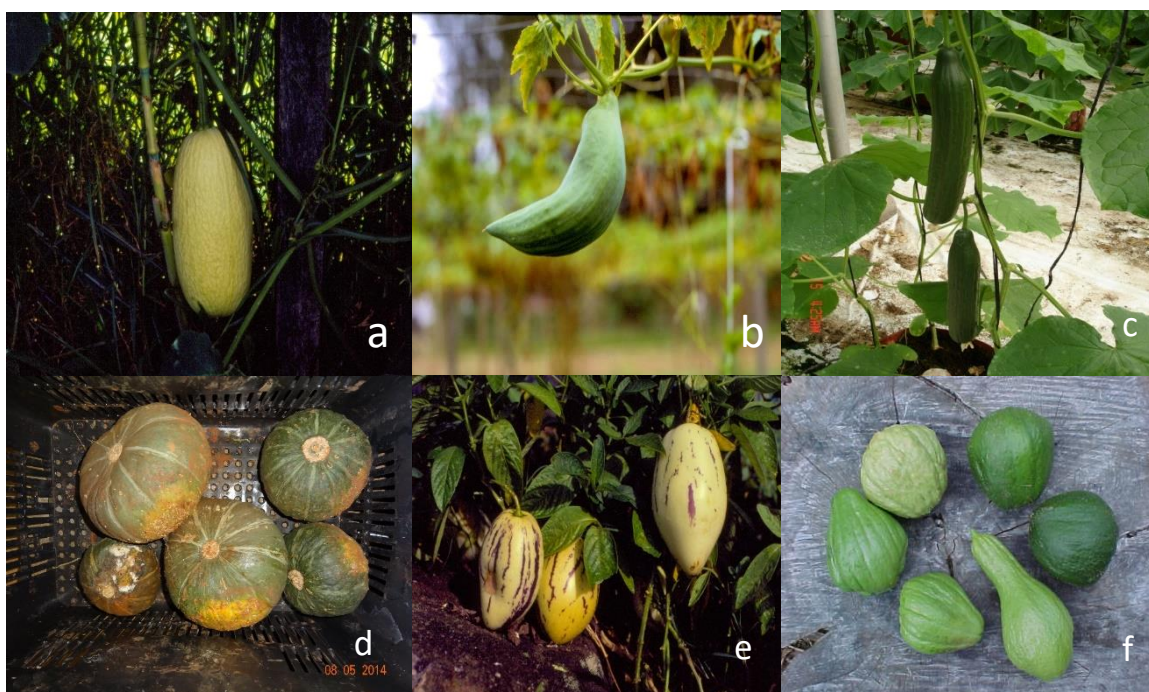


Foto: a. b, c, d y e Jorge Jaramillo Noreña;
f. Banco de Germoplasma Vegetal Corpoica

Figura 6. Algunas cucurbitáceas de importancia en Colombia. a. Victoria (*Cucurbita ficifolia*); b. Pepino de rellenar (*Cyclanthera pedata*); c. Pepino (*Cucumis sativus*); d. Ahuyama (*Cucurbita maxima*); e. Pepino de agua (*Solanum muricatum*); f. Sidra (*Sechium edule*).

Una de las especies de *Cucurbita* que se siembran en Colombia es *C. pepo*, a la cual pertenece el cultivo de calabacín, que se describe a continuación.

Descripción de la especie *Cucurbita pepo*

Clasificación taxonómica

Andrés (2012) y Ruano (2009), citados en Ortega (2015), presentan la clasificación taxonómica del calabacín de la siguiente forma.

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Subfamilia: Cucurbitoideae

Tribu: Cucurbiteae

Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita pepo*

Nombres vulgares en español: zapallo, calabacita, ayote, calabacín y *zucchini*, entre otros.

Nombres vulgares en otros idiomas: winter squash (inglés), kürbis (alemán), courgette (francés), zucca (italiano) (Savín, 2013), carbassa (catalán), kalabaziña (vasco), abobra (gallego) y abobrinha (portugués) (Reche, 1997).

Origen y aspectos ecológicos

De acuerdo con los registros arqueológicos, *C. pepo* parece ser una de las primeras especies que fue domesticada. Sus restos más antiguos se han encontrado en México, en el valle de Oaxaca (8.750 a. C - 700 d. C.) y en las cuevas de Ocampo, Tamaulipas (7.000-5.000 a. C.).

Su presencia en Estados Unidos también es muy antigua y, en algunos casos, mayor a la atribuida a los restos de otros cultivos importantes que fueron domesticados más al sur, pues la antigüedad de los restos arqueológicos y otras evidencias indican que esta especie se cultivaba en Estados Unidos y Canadá mucho antes de la llegada de los españoles. Sin embargo, esos dos últimos países solo manejan cultivares comerciales, mientras que el cultivo de sus razas o variedades tradicionales se restringe a México y el norte de Centroamérica.

La especie se introdujo en Europa a principios del siglo XVI (Agrolanzarote, 2012; Andrés, 2012; Lira, 1995), y puede crecer en condiciones ecológicas amplias, en altitudes entre 500 y 2.000 m s. n. m. o mayores.

Diversidad

La variación de *C. pepo* no solo abarca cultivares comerciales y razas o variedades locales comestibles con características morfológicas o fenológicas diversas, sino también varios cultivares que en la actualidad son empleados con fines ornamentales, como los llamados *orange ball* (figura 7), *miniature ball* y *striped pear* (figura 8) (Lira, 1995).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 7. Calabacín ornamental *orange ball*.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 8. Calabacín ornamental *striped pear*.

Descripción botánica de la planta de calabacín

Cucurbita pepo se caracteriza por ser una planta herbácea, anual, de vegetación compacta y de crecimiento indeterminado. Es una especie de calabaza cuyos frutos se consumen tiernos, antes de alcanzar la maduración, y que se diferencia de la calabaza no solo por la forma sino también por la utilización de los frutos. El calabacín se colecta cuando está medio maduro y la corteza del fruto aún es brillante (Agrolanزارote, 2012; Andrés, 2012; Blanco, 2015; Reche, 2000). A continuación, se presentan sus principales características morfológicas.

Raíz

El sistema radicular está formado por una raíz principal y raíces secundarias que se extienden superficialmente (figura 9) (Agrolanزارote, 2012). La principal es axonomorfa, ya que alcanza un mayor desarrollo que las secundarias, y el desarrollo en el suelo de estas últimas lo determinan el tipo de cultivo y el aporte de agua y nutrientes que se realice. Si el tallo entra en contacto con tierra húmeda, es posible que desarrolle raíces adventicias en sus entrenudos (Andrés, 2012).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 9. Raíz de la planta de calabacín.

Tallo

El calabacín posee un tallo principal con atrofia de brotaciones secundarias y un crecimiento sinuoso, no erecto, que alcanza un gran desarrollo, de hasta un metro de longitud. Es áspero al tacto, cilíndrico, de superficie pelosa, grueso, consistente, con entrenudos cortos de donde parten hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos, delgados y de 10 a 20 cm de longitud, que nacen junto al pedúnculo del fruto (figura 10). Teniendo en cuenta el porte rastrero del cultivo, se recomienda el tutorado, con el fin de optimizar la cosecha, tanto en cantidad como en calidad (Andrés, 2012; Reche, 2000).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 10. Tallo de planta de calabacín.

Hojas

Son grandes, palmeadas y con los bordes aserrados, sostenidas por largos y fuertes pecíolos, huecos y recubiertos de pelos (figura 11) (Agrolanzarote, 2012). Nacen del tallo, rotándose de forma helicoidal y alterna. Su limbo es muy grande, algunas veces con un haz suave y un envés áspero, recubierto de pelos. Su borde es dentado, habitualmente con cinco lóbulos (Andrés, 2012; Reche, 2000).



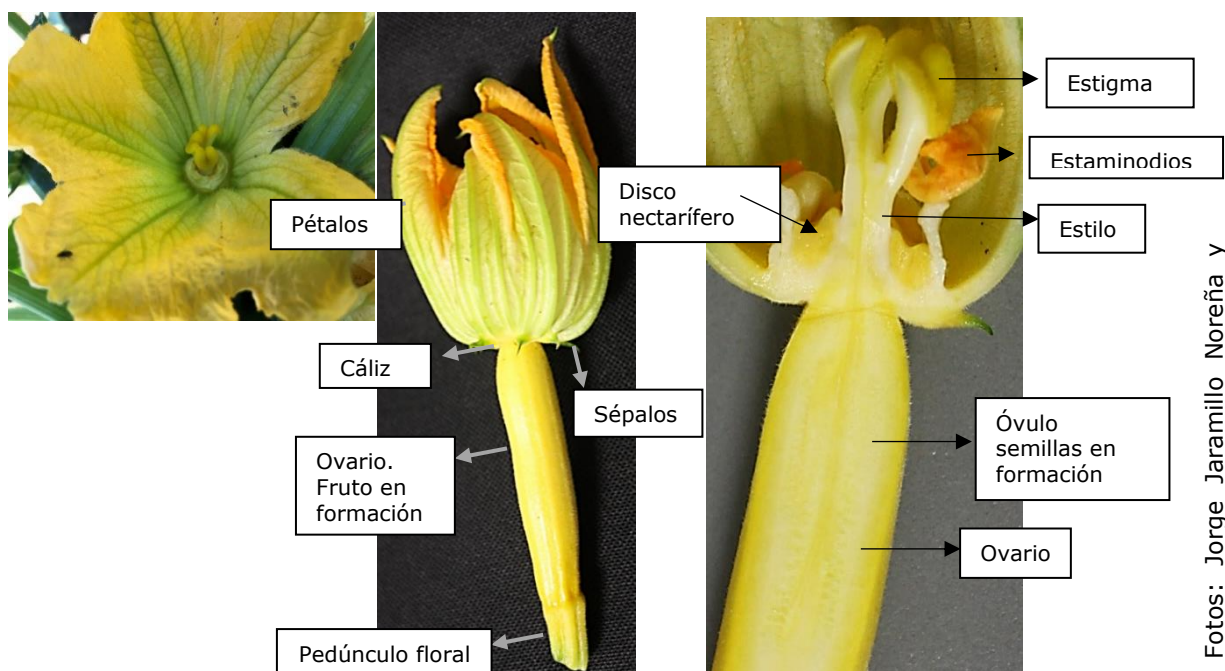
Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 11. Hojas de planta de calabacín.

Flores

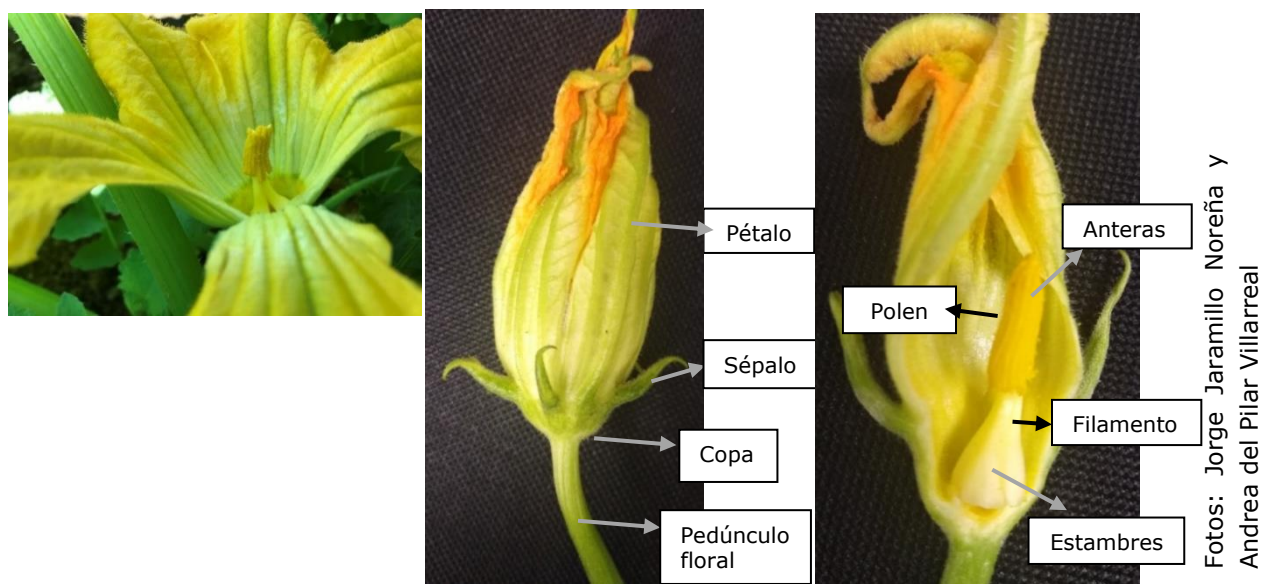
El calabacín es una planta monoica, en la que ambos sexos conviven, aunque en flores diferentes. La apertura de las flores se presenta en las mañanas, y la polinización es entomófila (principalmente de abejas) o cruzada (Blanco, 2015). Son de un color amarillo intenso, grandes, atractivas, solitarias, axilares y con forma acampanada. Se ordenan alrededor del tallo a través de un largo pedúnculo, debido a que nacen en las axilas de las hojas, una por hoja.

En las etapas iniciales de desarrollo de la planta, la mayoría de las flores son masculinas, y con el paso de los días van apareciendo las femeninas (figura 12), que acaban siendo mayoritarias en la última fase del ciclo productivo (Agrolanzarote, 2012; Andrés, 2012; Reche, 2000). Son comestibles, y resultan un bocado exquisito para la alta cocina contemporánea. En las figuras 12 y 13 se presentan las diferencias entre las flores macho y hembra.



Fotos: Jorge Jaramillo Noreña y
Andrea del Pilar Villarreal

Figura 12. Flor femenina de la planta de *Cucurbita pepo*.



Fotos: Jorge Jaramillo Noreña y
Andrea del Pilar Villarreal

Figura 13. Flor masculina de la planta de *Cucurbita pepo*.

Rosales (2007) describe que en las variedades tipo *zucchini* el desarrollo reproductivo es temprano, y que presenta su primer órgano floral en el primer nudo del tallo. Los nudos iniciales (4 a 8) normalmente desarrollan flores masculinas, siendo esta la primera etapa de floración de la planta.

Luego viene una etapa en la que la proporción de flores masculinas y femeninas es más equilibrada, y finalmente se desarrollan solo las femeninas. La diferenciación sexual de las flores se ve influenciada por las condiciones ambientales. En días largos, con temperaturas y radiación elevadas, se producen más flores masculinas y se retrasa la formación de las femeninas.

La abscisión o caída de diversos órganos en las plantas suceden por causas ambientales, como la radiación UV y el fotoperiodo, y por diversos factores estresantes. La oscuridad y la baja intensidad luminosa promueven la caída de flores, capullos, hojas y frutos (Rosales, 2007).

Fruto

Es una baya carnosa, cilíndrica, generalmente alargada, sin cavidad interior, por lo general unilocular, aunque hay algunas redondeadas. En el mercado se pueden encontrar frutos con colores que van desde el verde oscuro y el amarillo hasta el verde variegado (figura 14) (Agrolanzarote, 2012; Andrés, 2012), grandes, con un pericarpio fuerte cuando está maduro, y una placenta carnosa procedente de un ovario ínfero.

La recolección para su comercialización se realiza cuando los frutos aún están inmaduros, de acuerdo con los requerimientos del mercado respecto a la calidad, ya que, a diferencia de los frutos maduros, tienen las características organolépticas que demanda su comercialización: dureza, sabor y aparición de semillas, entre otras (Andrés, 2012). Normalmente, cada planta de calabacín produce entre 30 y 50 frutos comerciales (Reche, 2000).



Fotos: Jorge Jaramillo Noreña
y Germán Franco

Figura 14. Frutos de calabacín variegado, verde y amarillo.

Existen frutos con una condición conocida como flor pegada, cuya sintomatología se ve influenciada por altas temperaturas. Estos frutos presentan una deficiencia en el proceso de abscisión floral y en el desarrollo de las flores femeninas, que permanecen cerradas y unidas al fruto cosechado. Los productores deben retirar estas flores manualmente, dejando una herida que causa que, durante su almacenado y transporte, el fruto sea más susceptible al ingreso de patógenos oportunistas, que generan pudriciones apicales (Rosales, 2007).

Semillas

Son de color blanco amarillento, ovals, alargadas y puntiagudas en su extremo (figura 15) (Andrés, 2012), con un surco longitudinal paralelo al borde exterior. Miden 1,5 cm de largo, de 0,6 a 0,7 cm de ancho y de 0,1 a 0,2 cm de grosor, y tienen superficie lisa (Reche, 2000).



Foto: Paula A. Aguilar Aguilar

Figura 15. Semilla de calabacín.

Capítulo III

Recurso genético y propagación

Recurso genético

De acuerdo con las encuestas realizadas a agricultores de los municipios productores de los departamentos de Cundinamarca y Antioquia, hay dos tipos de recursos genéticos disponibles en Colombia para el cultivo de calabacín.

En primer lugar, se encuentra la variedad conocida con el nombre de Coccozelle, que produce frutos de formas y tamaños variados, y es de color verde oscuro, con líneas transversales blancas o amarillas (figura 16). Existe en el mercado desde hace muchos años, es producida por varias empresas productora de semillas, y no está patentada por ninguna de ellas. En muchas ocasiones, los mismos agricultores realizan el proceso de extracción de semilla para una próxima siembra.

Es una variedad cuya calidad no es aceptada por los almacenes de cadena o de grandes superficies, por su diversidad en tamaños y formas. Es la más rústica que aún se cultiva en el país, el rendimiento y la calidad de sus frutos son bajos, y es muy sensible a enfermedades (figura 16).

Con un patrón de tamaño de fruto grande, se vende especialmente en las plazas de mercado de los pueblos en los que se produce, y en la central de abastos de Bogotá (Corabastos), donde se comercializa sobre todo con destino a la costa atlántica y el interior del país.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 16. Frutos de la variedad Cocozelle.

En segundo lugar, se encuentran los híbridos y variedades, importados por casas comerciales, y patentados por empresas multinacionales productoras de semillas de hortalizas. Entre ellos se pueden mencionar los híbridos de fruto amarillo Golden, Golden Rush y Jazmín, y aquellos de fruto verde President, Brillante, Amanda y Mila.

Amanda F1

La variedad Amanda F1 tiene plantas con un vigor excelente, de hábito erecto, con hojas que dan un buen cubrimiento a los frutos, cilíndricos, de color verde oscuro brillante (figura 17), con una excelente firmeza, y un peso entre 280 y 300g.

Posee una resistencia intermedia a *Mildeo polvoso* y se recomienda tanto para campo abierto como para invernadero. Esta variedad mantiene el calibre de los frutos a lo largo del ciclo de producción, y tiene un rendimiento de 3 a 3,5 kg/planta (Impulsemillas, 2017a).



Figura 17. Variedad de calabacín Amanda F1.

Fuente: Impulsemillas (2017a)

Mila F1

Se trata de una planta con muy buen vigor y excelente cobertura, y sus frutos son alargados y ligeramente acostillados, de color verde oscuro brillante (figura 18). Inicia cosecha entre 30 y 35 días después del trasplante en clima cálido, entre 40 y 45 días en clima medio y 60 días en clima frío. Esta variedad se recomienda para altitudes de 1.000 a 2.600 m s. n. m. (Impulsemillas, 2017c).



Figura 18. Variedad de calabacín Mila F1.

Fuente: Ficha técnica de Impulsemillas (2017c)

Golden F1

Es una planta anual, indeterminada y de porte rastrero, con hojas verdes y lobuladas. Se adapta a climas medio y frío, y se recomienda sembrarla en densidades de 12.000 a 15.000 plantas por hectárea. Esta variedad tiene un ciclo de vida de 180 días, e inicia cosecha entre 45 y 60 días después del trasplante. Sus frutos son de color amarillo (figura 19), de forma cilíndrica y con un peso de 200 a 350 g (Impulsemillas, 2017b).



Figura 19. Variedad de calabacín Golden F1.
Fuente: Impulsemillas (2017b)

Golden Rush

Calabacín híbrido de color amarillo, con frutos de forma alargada cilíndrico, presenta adaptabilidad entre los 1200 y 2700 m.s.n.m., inicia cosecha entre los 60 y 65 días después de trasplante. Posee características de alta producción con frutos de un peso promedio de 250gr (Semillas Arroyave, 2016)

Híbrido Brillante

Es una variedad con una alta tolerancia a virus, frutos de color verde oscuro brillante y forma alargada cilíndrica, y un peso de 270 g. Se recomienda para alturas de 1.200 a 2.700 m s. n. m. (figura 20). Llega a cosecha entre 55 y 65 días después del trasplante y sus frutos tienen un excelente cuaje (Semillas Arroyave, 2017).

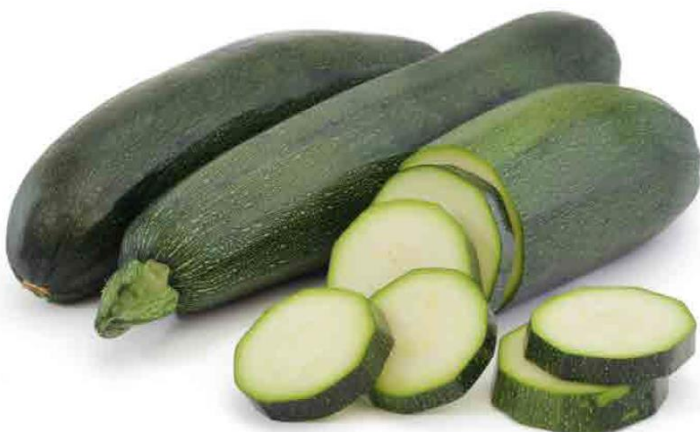


Figura 20. Fruto del híbrido de calabacín Brillante.

Fuente: Semillas Arroyave (2017)

Híbrido President

Es una planta de crecimiento indeterminado y porte rastrero, con frutos de color verde y lisos, y un tamaño de entre 15 y 20 cm de largo (figura 21). Se recomienda para alturas de 1.700 a 2.700 m s. n. m., en densidades de siembra de 23.500 plantas por hectárea.

En caso de siembra directa, su ciclo de vida es de 125 a 130 días, e inicia cosecha 75 días después de sembrarla. El rendimiento comercial en condiciones óptimas de manejo es de 60 t/ha, y puede ser sembrado tanto a campo abierto como en condiciones protegidas (Semillas Arroyave, 2010).



Figura 21. Fruto del híbrido de calabacín President.

Fuente: Semillas Arroyave (2010)

En Cundinamarca, el 80 % de los productores de calabacín encuestados siembran la variedad Cocoselle, en los municipios de Chipaque, Ubaque, Une, y en Fusagasugá en menor medida. En Antioquia, predomina la siembra de híbridos como President (4 %), Gold Rush (8 %), Jazmín (25 %) y Simone (20,83 %).

Sin embargo, cerca del 33,33 % de los agricultores encuestados en ambos departamentos no saben qué variedad utilizan, lo que demuestra que no se preocupan por el material de siembra que están usando, ni por las características de la variedad. La escogencia del material responde a las preferencias de color y tamaño que muestran los consumidores en cada región.

Normatividad para producción de semilla en Colombia

En Colombia, de acuerdo con la normatividad del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Resolución 3168 de 2015), el productor o importador de semillas debe estar inscrito ante dicha entidad y es necesario que la semilla que va a distribuir cumpla con unos requisitos mínimos de calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria, por lo que es importante que los agricultores los tengan en cuenta antes de comprar sus semillas y puedan proveerse de una excelente fuente de propagación.

Algunas de las obligaciones de los productores de semilla son: informar al ICA antes de la siembra de los lotes destinados a producción de semilla y cumplir las exigencias establecidas para cada especie; responder por la calidad declarada de la semilla (genética, física, fisiológica y fitosanitaria), y contar con un sistema de calidad interno para todas las fases de producción, entre otras (ICA, 2015).

Por su parte, los importadores de semilla deben cumplir con las normas mínimas de calidad establecidas por el ICA. Es imprescindible que la semilla se comercialice en los empaques originales y con etiquetas del país de origen, a no ser que el país importador sea autorizado para realizar el reempaquete, donde deberá cumplir con los requisitos de rotulado y etiquetado, y responder por la calidad de la semilla (genética, física, fisiológica y fitosanitaria), entre otros (ICA, 2015).

Propagación

La propagación del calabacín es de tipo sexual (semilla) y, dependiendo de la zona donde se realice el cultivo, se siembra de manera directa o por plántula proveniente de semillero.

Siembra directa

En el departamento de Cundinamarca se encontró que la mayoría de los productores sembraban una variedad antigua, llamada Coczelle, a la cual se le puede extraer la semilla de los frutos, por no estar patentada. El 81,88 % de los agricultores siembran directamente utilizando esta semilla.

La siembra directa (figura 22) la realizan especialmente aquellos productores que utilizan variedades cuya semilla tiene muy bajo costo o porque ellos mismos la extraen, pues ya no tienen patente de comercialización.

Este tipo de siembra no es recomendable, debido a la fuerte competencia de las malezas y a que las enfermedades y plagas atacan a la semilla o a la plántula, lo que incrementa los riesgos de pérdidas y ocasiona costos adicionales para el agricultor, a causa de los cuidados adicionales que requiere la plántula en sus primeros estados de desarrollo.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 22. Siembra directa de calabacín.

Nota: obsérvese que el productor siembra varias semillas, para asegurarse de que al final germine al menos una planta.

Por lo general, el agricultor siembra dos semillas por sitio para asegurar al menos la germinación de una plántula. Con este sistema, cuando germinan dos plantas, se incurre en un gasto adicional para eliminar una de ellas, lo cual debe realizarse en una etapa muy temprana, máximo cinco días después de la germinación, para evitar que al arrancarlas se dañen las raíces de la planta que va a permanecer. Si no se eliminan, se va a dar una competencia entre ambas plantas, lo que disminuye los rendimientos y la calidad de los frutos (figura 23).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 23. Competencia de plántulas de calabacín.

Siembra a partir de plántulas

En el caso del departamento de Antioquia, el 76 % de los agricultores encuestados tiene el hábito de sembrar en sus predios plántulas (figura 24), que adquieren a través de plantuladores de la región. En Cundinamarca solo el 10 % de los productores de calabacín utiliza plántulas para iniciar sus cultivos.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 24. Plántulas de calabacín listas para trasplantar.

Para lograr el éxito en un cultivo, la producción de plántulas es de gran importancia, ya que el desarrollo de la planta, su crecimiento y la producción de frutos se verán afectados por la calidad de la plántula que se lleve al campo (Zeidan, 2005).

Para el montaje de semilleros (figura 25), se recomienda utilizar semilla certificada, con el fin de asegurar una mejor germinación y una mayor pureza del material. Cuando se usan variedades comerciales, es necesario conocer la ficha técnica del híbrido o variedad (nombre, pureza y número de lote de donde provienen). Las semillas tratadas para manejo de plagas y enfermedades contribuyen en la disminución de insumos utilizados en el sistema (Jaramillo et al., 2016).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 25. Montaje de semillero de calabacín en bandejas.

Las siguientes son algunas de las ventajas del establecimiento de semilleros en bandejas de confinamiento.

- **Ahorro de semillas:** en un semillero se utiliza por lo menos un 30 % menos de semilla de la que se va a sembrar en campo, con el propósito de evitar las pérdidas causadas por una germinación y una calidad de las plántulas deficientes.
- **Mejor planificación de siembras:** debido a que se conoce la cantidad exacta de plántulas que se van a trasplantar, es posible una mayor planificación de las siembras en campo.
- **Calidad de las plántulas:** cada planta tiene su propio espacio de crecimiento, sin competir con otras, por lo que puede alcanzar un excelente desarrollo de sus raíces.
- **Fácil remoción:** debido a su diseño en cono, evita el daño de raíces, ya que la extracción de la plántula en el campo se facilita en el momento del

trasplante o siembra final, lo que disminuye el porcentaje de mortalidad de plantas en el campo (Jaramillo & Díaz, 2006).

Es común que los semilleros se establezcan en bandejas de diversos tamaños de celdas, en materiales como icopor, polietileno laminado o plástico rígido. Para la producción de plántulas de calabacín se recomiendan bandejas de 128 a 294 celdas, con volúmenes de sustrato de 3 a 8 cm³, dependiendo de la variedad, del tipo de sustrato utilizado y del tamaño requerido final de la planta (Alzate & Loaiza, 2008; Jaramillo & Díaz, 2006).

Los semilleros deben ubicarse en un lugar donde se les puedan dar los cuidados que requieren, debido a que las plántulas crecen con rapidez y son muy sensibles a cambios bruscos de temperatura y humedad, por lo que cualquier alteración de las condiciones ambientales puede influir en su crecimiento (Jaramillo & Díaz, 2006).

Es necesario que los semilleros se sitúen en una zona iluminada y libre de sombras, evitando que estén cerca o debajo de árboles que limiten la entrada de la luz u ocasionen daños por descargas fuertes de agua (Bruzón, 2000).

De igual manera, deben estar protegidos de vientos fuertes que puedan causar la caída de las plántulas, torciéndolas o hiriéndolas con el polvo y arenilla que transportan. El viento excesivamente seco puede ocasionar daños importantes debido al aumento de la transpiración, que puede llegar a producir deshidratación, quemaduras o marchitez (Jaramillo & Díaz, 2006).

Si el productor no tiene los conocimientos y la infraestructura para producir las plántulas, se recomienda que para tal fin contrate a una empresa propagadora o un plantulador que sean reconocidos en la región por su experiencia en producir plántulas de calidad.

Por lo general, las plántulas se realizan por pedido, mediante un contrato con el plantulador, con el fin de garantizar la producción, el abastecimiento continuo, la calidad, y un mejor precio, en algunas ocasiones. Se suele pagar el 50 % del valor total de las plántulas solicitadas y el valor restante con la entrega de las mismas.

Adquisición de material de siembra en Cundinamarca y Antioquia

El sistema de siembra directa es más frecuente en Cundinamarca, donde los agricultores encuentran disponibilidad de semilla, ya sea de la variedad Coccozelle o de los híbridos en casas comerciales. El 11,11 % de los encuestados en este departamento manifestaron que adquirirían la semilla de la variedad Coccozelle de su propio cultivo, donde destinan una parte de la producción para la extracción de semilla, o comprándola a otro productor.

La venta de semilla de esta variedad por agricultores ha cobrado importancia en la región, debido a las bajas tasas de germinación que presenta la semilla comercializada en los almacenes agropecuarios. Sin embargo, la variedad Coccozelle es un material antiguo que ha perdido viabilidad y mercado.

En Antioquia, solo el 7,41 % de los productores encuestados compran la semilla directamente en un almacén agropecuario. La adquisición de plántulas de calabacín para el establecimiento del cultivo tiene mayor cobertura en este departamento, donde el 37,04 % de los encuestados manifestó comprarlas. En Cundinamarca, la tradición del cultivo es la siembra directa, y los proveedores de plántulas no ofrecen la plantulación de calabacín.

El 78 % de los agricultores encuestados en Antioquia recibe recomendaciones de los plantuladores acerca de la variedad de calabacín que pueden sembrar, y los demás se basan en su experiencia o en consejos de otros productores, almacenes agropecuarios o la unidad municipal de asistencia técnica (Umata). En Cundinamarca, la mayoría (76 %) de las decisiones se basan en las recomendaciones de los almacenes agropecuarios, y las demás en las de otros agricultores.

Lamentablemente, la calidad de las plántulas depende en gran medida de su productor y no de quien las adquiere, por lo que este último debe exigirle a su proveedor que le entregue plántulas de excelente calidad y estado fitosanitario, que le garanticen que va a obtener un excelente cultivo.

Es necesario que el agricultor exija información acerca del número y el lote de semilla del que provienen sus plántulas, el nombre del material y la casa matriz de producción. Es imprescindible que en ningún momento le cambien el material de plántula por otro, sin que se sepa si se adapta a sus condiciones agroecológicas.

Se requiere que las plántulas estén libres de enfermedades y plagas, se debe exigir que tengan un sistema radicular bien desarrollado y que en el momento de la entrega cumplan los requisitos necesarios para su óptimo trasplante, como tener dos o tres hojas verdaderas y una altura de 8 a 10 cm.

Capítulo IV

Características edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo y fisiología del calabacín

Conocer las características de suelo y clima óptimos para la planta, así como la fisiología de esta, permiten lograr cultivos más eficientes y productivos, con lo que se puede lograr mejor rentabilidad.

Características edafoclimáticas

Las condiciones climáticas y características del suelo pueden afectar la producción de los cultivos, por lo tanto, es importante tener claridad en cuanto a las necesidades de la planta en función de dichas características, para así obtener un óptimo desarrollo y rendimiento.

Temperatura

En lo que se refiere a la temperatura, el calabacín es menos exigente que otras cucurbitáceas. Puede considerarse que su temperatura óptima se encuentra en un rango de 18 a 25 °C. La gran diversidad de variedades e híbridos que existe permite considerar un amplio rango de distribución del cultivo en distintos pisos térmicos (Bojacá et al., 2012).

Cuando las temperaturas están por debajo de los 10 °C se producen daños, e incluso puede llegar a detenerse el desarrollo vegetativo. Los días largos y las temperaturas altas inducen la aparición de flores masculinas, mientras que las femeninas surgen con días cortos y temperaturas bajas (Agrolanzarote, 2012).

Por otro lado, temperaturas superiores a 35 °C producen daño a la planta por deshidratación (Reche, 2000). Durante las etapas de crecimiento vegetativo y floración, es importante que las temperaturas no excedan ese límite durante

periodos prolongados, ya que la polinización y formación del fruto se afectan drásticamente (Bojacá et al., 2012).

Es un cultivo que es menos exigente en altas temperaturas y de mayor rusticidad que el melón, el pepino y la sandía. Presenta sensibilidad al frío, por lo que su cultivo al aire libre solo es posible cuando las épocas de heladas han pasado (Reche, 2000), ya que a temperaturas muy bajas las plantas pueden llegar a sufrir daños por necrosamiento en el tejido foliar e incluso la muerte del punto de crecimiento.

Durante la época de siembra, el suelo que ha ido caldeándose por la energía solar alcanza su temperatura óptima entre 20 y 25 °C, lo que permite que la semilla germine en el transcurso de 2 a 5 días. Por debajo de estas temperaturas la germinación se dificulta, y en este caso, se recurre a macetas o bandejas, entre otros elementos (Reche, 2000).

En las tablas 3 y 4 se pueden observar las temperaturas óptimas del suelo y el ambiente para las etapas de germinación, desarrollo vegetativo y floración del cultivo.

Tabla 3. Influencia de la temperatura del suelo en la germinación de la planta de calabacín

Temperatura	Influencia en la planta
20 a 25 °C	Óptima para la germinación
<15 °C o >40 °C	No apta para la germinación

Fuente: Adaptación de Reche (2000), elaborada por Paula Andrea Aguilar Aguilar

Tabla 4. Influencia de la temperatura del ambiente en el desarrollo y la floración de la planta de calabacín

Temperatura	Influencia en la planta
25 a 30 °C	Óptima para el desarrollo vegetativo
<10 °C	Afecta el crecimiento y puede causar deformidades en frutos
20 a 25 °C	Óptima para la floración
<10 °C	Causa caída de flores

Fuente: Adaptación de Reche (2000)

Humedad

La humedad relativa (HR) se mide como el porcentaje de vapor de agua presente en el aire. Las plantas responden a los contenidos de humedad en el aire, abriendo y cerrando sus estomas, para mantener un balance hídrico con el ambiente que las rodea y que les permite adaptarse a un ambiente en cambio continuo (Sánchez-Díaz & Aguirrolea, 2008).

Una menor HR implica un menor contenido de humedad en la atmósfera, que genera mayor transpiración; por el contrario, una HR alta (altos contenidos de agua en el aire) la reduce (Sánchez-Díaz & Aguirrolea, 2008). La humedad relativa óptima se encuentra entre el 65 % y el 80 %, y cuando se supera este valor pueden producirse el corrimiento de flores e incrementarse los problemas de enfermedades aéreas (Agrolanzarote, 2012; Reche, 1997).

El calabacín es exigente en cuanto a la humedad del suelo, necesaria para la formación de la planta, que tiene una gran masa foliar y frutos con altos contenidos de agua (alrededor del 95 %). Sin embargo, los excesos de agua pueden afectar la germinación, ya que ocasionan asfixia radicular a causa del déficit de aporte de oxígeno, por lo que es recomendable que la humedad del suelo esté entre un 70 % y un 80 % de capacidad de campo (Fernández, 2009, citado en Acosta, 2015; Reche, 1997).

Cuando la humedad relativa es mayor al 80 % existe el riesgo de caída de flores por falta de fecundación, ya que el polen se humedece y no cumple su función reproductiva; también pueden aumentar las enfermedades foliares, en frutos y en raíces.

Con una baja humedad en el suelo, se puede presentar deshidratación de los tejidos, que disminuye el desarrollo vegetativo y reduce la producción por baja fecundación de flores y posterior caída, además de retraso en el crecimiento (Reche, 1997).

Luminosidad

La posición geográfica de Colombia permite que los niveles de radiación y la duración del día sean óptimos para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y asegura una adecuada tasa de fotosíntesis.

Aunque las cucurbitáceas son plantas insensibles al fotoperiodo —es decir, que la floración no depende de la longitud del día, sino de la información genética del material—, las condiciones de alta luminosidad favorecen la formación y fecundación de flores femeninas, que se traducen en mayor formación de frutos, mientras que una baja intensidad de luz la reduce (Bojacá et al., 2012; Parsons, 1982).

Sin embargo, este cultivo es muy exigente en cuanto a la luminosidad, ya que repercute directamente en el aumento de la cosecha. La intensidad lumínica determinará la relación final de flores masculinas y femeninas, por lo que en periodos cortos de luz se favorece la producción de femeninas, que necesitan 10 horas de fotoperiodo (Jiménez, 2005, citado en Ortega, 2015).

Es un elemento de gran importancia, en especial durante los periodos de crecimiento inicial y floración. La deficiencia de luz influye directamente en la disminución del número de frutos en la cosecha (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), s. f.; Martínez, 2011).

Suelo

El calabacín es una planta que se adapta con facilidad a todo tipo de terreno, pero los suelos de textura franca, ricos en materia orgánica y bien drenada, son los más apropiados para este cultivo.

Se adapta a terrenos con un pH entre 5 y 7, aunque los valores más adecuados para un correcto desarrollo oscilan entre 5,5 y 6,8; los pH básicos pueden causar deficiencias nutricionales. Se trata de una hortaliza medianamente resistente a la salinidad del suelo y el agua de riego (Agrolanzarote, 2012; Reche, 1997).

Los suelos menos recomendables son los arcillosos, fríos, húmedos y con drenajes insuficientes. El exceso de humedad favorece las enfermedades de la raíz y la presencia de patógenos que completan su ciclo de vida en el suelo (Reche, 2000; Ruiz, 2001, citado en Andrés, 2012).

Los suelos más aptos son los que tienen las siguientes características: fértiles; texturas que van de arenosa a franco-arenosa; estructura suelta y granular; con alto contenido de materia orgánica; sin capas duras o compactadas, y con una buena capacidad de retención del agua a una profundidad de alrededor de 40 cm, que es donde se encuentra la mayor parte del sistema radicular, pero que no presenten encharcamientos (Parsons, Mondoñedo, Kirchner, & Medina, 1989).

Manejo del recurso suelo

Como ya se ha dicho, la planta del calabacín tiene facilidad para adaptarse a diversos terrenos, es preferible establecerla en suelos de textura franca, profundos, con buenos contenidos de materia orgánica y buen drenaje. No se desarrolla adecuadamente en suelos arcillosos, que tiendan a encharcarse, ya que el exceso de humedad favorece las enfermedades radiculares y aumenta aquellas transmitidas a través del suelo.

Caracterización de los suelos

Los suelos donde se cultiva el calabacín en Antioquia están localizados en paisajes de montaña, lomerío, valle y altiplanicie. Es un área de topografía plana, con pendientes inferiores al 7 %, y sus suelos presentan una adecuada disponibilidad de humedad durante todo el año.

Estos suelos se caracterizan por ir de profundos a muy profundos, que están bien drenados y tienen una fertilidad de alta a moderada, son derivados de depósitos superficiales clásticos de grano mixto y de cenizas volcánicas, contienen rocas de tipo metamórfico y, en algunos casos, sedimentarias (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2007).

En términos generales, las tierras no presentan erosión, ni inundaciones por periodos prolongados en el año, pero algunas están sujetas a procesos de degradación, debido al uso excesivo de mecanización, a acumulación de sales

por un mal manejo del agua de riego y drenaje, a contaminación por el uso excesivo de agroquímicos, y a diferentes formas de erosión (IGAC, 2007).

La zona productora de calabacín en Cundinamarca se encuentra en dos provincias del departamento: Oriente y Sumapaz, ubicadas sobre la cordillera Oriental. El área está dominada por un paisaje de relieve montañoso, con pendientes que van de suaves a fuertes (entre 7 % y 65 %), y zonas escarpadas y colinadas. Es una zona muy degradada por la acción fluvio-erosional.

Por lo general, los suelos son de textura media (francos y franco-arenosos), de colores negro, pardo oscuro y gris muy oscuro. El drenaje es bueno, al igual que la porosidad. La densidad aparente muestra valores muy bajos, por un alto contenido de materiales orgánicos. Su pH es ácido, muy relacionado con un contenido elevado de aluminio, y tienen una baja disponibilidad de nutrientes, a causa de una alta retención de estos en las arcillas de intercambio.

Selección del lote

La topografía recomendada para la siembra de estas especies es la plana o la ondulada, con pendientes inferiores al 30 % (figura 26). Sembrar en suelos con inclinaciones superiores dificulta el manejo, y es posible que se presenten problemas de erosión y lavado de nutrientes. También es muy importante disponer de agua para las labores agrícolas, y la ubicación del cultivo debe permitir el fácil transporte de los insumos y de la producción (Jaramillo & Díaz, 2006).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 26. Topografía del terreno para el establecimiento de calabacín.

En el diagnóstico realizado, el 45,45 % de los agricultores de ambos departamentos tienen en cuenta el cultivo anterior para sembrar calabacín, con el fin de que no pertenezca a la misma familia botánica y así disminuir el riesgo de un ataque temprano de plagas y enfermedades, pero no es una variable de la que dependa la siembra. En cuanto al uso del suelo, ningún productor lo considera en el momento de sembrar calabacín.

De igual forma, solo el 7,27 % tiene en cuenta la topografía del terreno para el establecimiento del cultivo, lo que evidencia que no es una variable limitante cuando se decide sembrar calabacín. Durante los recorridos en ambos departamentos se observaron cultivos tanto en pendiente como en suelos planos.

El 29,09 % de los productores de ambos departamentos utilizan el cultivo de calabacín como especie de rotación, pero esta práctica es más importante en Cundinamarca, con un 21,82 %, donde se hace principalmente con cebolla de bulbo, para aprovechar el terreno y los nutrientes excedentes disponibles en el suelo, aplicados en el cultivo anterior mientras se realiza el almácigo. Estos datos corroboran que los agricultores siembran de acuerdo con la disponibilidad del terreno.

En el momento de buscar un lote para la siembra de calabacín, el 87,27 % de los productores de ambos departamentos no tienen en cuenta los drenajes, y el 92,73 % consideran la ubicación del lote cuando lo seleccionan para la siembra.

El 20 % de los agricultores tienen en cuenta la disponibilidad del lote para la siembra de calabacín, pero es más común en Cundinamarca (16,36 %), lo que evidencia su tendencia a ser en mayor medida un cultivo de rotación con otros.

Análisis de suelo

Es una técnica que tiene como finalidad hacer una estimación de los nutrientes más importantes del suelo y medir su disponibilidad para la planta, relacionada directamente con el pH del suelo, que este análisis también mide (AGQ Labs Colombia, 2017). Según AGQ Labs Colombia (2018), existen cuatro parámetros de gran importancia para realizar un plan de fertilización:

- *Textura*: muestra el contenido y la proporción de las tres partículas más importantes del suelo: arenas, limos y arcillas. También aporta información acerca de la capacidad de retención de nutrientes, que indica los elementos que deben ser suministrados, la dosis y la forma química de aplicación recomendada.
- *pH*: indica si el suelo tiene una reacción ácida o alcalina, un parámetro que presenta la disponibilidad que algunos elementos, como el fósforo y micronutrientes, tienen en la solución del suelo.
- *Conductividad eléctrica*: revela la salinidad del suelo y advierte sobre los posibles problemas que podrían presentarse, dependiendo de la tolerancia del cultivo a sales con altos contenidos de sodio (Na) o magnesio (Mg). Puede orientar la estrategia apropiada de fertilización y riego.
- *Nutrientes a disposición de la planta*: evidencia las proporciones en las que los macronutrientes y micronutrientes están en el suelo (disponibles).

En los departamentos de Antioquia y Cundinamarca, el análisis de suelos no es una práctica común entre los productores de calabacín, ya que el 72 % de los encuestados no lo realiza. En Antioquia, el 20 % toma muestras para análisis de suelos y solo el 12 % lo tiene en cuenta para el programa de fertilización.

Lo anterior puede ser un indicador de la poca importancia que los agricultores le han dado a estos análisis como una práctica de rutina, que les podría permitir un mejor y más eficiente uso y conservación de los suelos, así como la definición de estrategias adecuadas y económicas para fertilizar los cultivos.

Procedimiento para tomar una muestra de suelo

En la toma de una muestra de suelo para análisis se deben seleccionar áreas homogéneas, que sean iguales en la topografía del terreno, la humedad del suelo y el tipo de vegetación o cultivos sembrados en los últimos años (Cuesta et al., 2005).

La muestra se debe tomar aproximadamente dos meses antes de sembrar, para realizar el plan de fertilización de manera oportuna. En este proceso es importante que los utensilios (figura 27) estén bien lavados (con agua) y desinfectados (con yodo agrícola) (Sánchez et al., 2012).



Foto: Paula A. Aguilar Aguilar

Figura 27. Utensilios para la toma de una muestra de suelo.

A continuación, se muestra paso a paso el proceso de toma de muestras para análisis de suelos (figura 28).

- Limpieza de la zona de toma de muestra:**

1 Retirar de la superficie las plantas y hojarasca fresca (limpiar un área de 40 cm x 40 cm)


- Remoción de tierra:**

2 Para el caso del calabacín, remover la tierra a una profundidad aproximada de 25 a 30 cm, dejando una forma de V


- Toma de submuestras:**

3 Tomar con la pala una porción de tierra de uno de los lados de la V


- Mezcla de submuestras:**

4 Todas las submuestras se mezclan en un balde limpio y desinfectado para tomar una muestra de entre 500 y 1000 g.


- Empaque de submuestra para envío:**

5 La bolsa de empaque de la muestra debe ir marcada con los datos de la persona que solicita el análisis, nombre de la finca o lote, ubicación (departamento, municipio y vereda) y cultivo que se desea sembrar



Figura 28. Paso a paso de la toma de muestras para análisis de suelos.

Fuente: Elaboración propia

Distancias de siembra

Las distancias de siembra están sujetas, en primer lugar, a la variedad o híbrido que se va a sembrar, debido a sus características de desarrollo, frondosidad y cobertura vegetal, así como a la fertilidad del terreno, y a si se va a asociar con otro cultivo. El sistema de siembra postrado o tutorado también define la separación entre surcos y plantas. Las distancias de siembra oscilan entre 1,5 y 2 m entre surcos y de 0,5 m a 1 m entre plantas (Reche, 1997).

Las distancias promedio que usan los productores de Cundinamarca son de $0,9 \pm 0,3$ m entre surcos y $0,6 \pm 0,17$ m entre plantas, para densidades de siembra de 10.822 a 38.759 plantas por hectárea. En Antioquia, las distancias promedio son $0,84 \pm 0,42$ m entre surcos y $0,6 \pm 0,16$ m entre plantas, para una densidad de siembra de 10.442 a 54.112 plantas por hectárea. Los agricultores encuestados en ambos departamentos no realizan tutorado en sus cultivos de calabacín.

Sistemas de siembra

Normalmente, el calabacín se debe sembrar sobre surcos levantados de 30 a 40 cm, para favorecer los drenajes y las cosechas. Los surcos altos tienen, entre otras, las siguientes ventajas agronómicas: implican un mejor drenaje y aireación (las plantas absorben el 90 % del oxígeno por las raíces), así como una mayor comodidad para la exploración de las raíces en suelo suelto.

De igual forma, facilita la siembra, el deshierbe a mano, los controles sanitarios, el muestreo de plagas y enfermedades, y la cosecha. El agricultor puede sembrar en surco sencillo (figura 29) o surcos dobles (figura 30). Otra ventaja importante es que favorece el drenaje y disminuye el contacto de los frutos con posibles encharcamientos que se presenten en el suelo, lo que previene pudriciones.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 29. Siembra de calabacín en surco sencillo.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 30. Siembra de calabacín en surcos dobles, con cobertura plástica.

La siembra en surco sencillo es más recomendable, ya que permite una mayor aireación del cultivo, una menor concentración de humedad alrededor de las plantas y, por lo tanto, una menor presencia de enfermedades. Además, permite una mayor iluminación y eficiencia de la planta en la captación de la radiación solar, lo que favorece una mayor producción y calidad de frutos.

Respecto al sistema de siembra en eras o surcos, el 96,36 % de los encuestados en ambos departamentos lo hace en surcos. En Antioquia, solo el 3,64 % de los productores prefiere el sistema en eras. Por su parte, el 1,82 % de los agricultores de Cundinamarca maneja su cultivo de calabacín haciendo la siembra de las plantas en doble surco, sistema que no es utilizado en Antioquia.

La siembra en surco sencillo es el sistema preferido por los productores en ambos departamentos, como lo manifestó el 92,7 % de los encuestados. En Antioquia lo prefiere el 88 % y en Cundinamarca por el 96,67 %.

Fisiología del calabacín

La fisiología vegetal pretende comprender el comportamiento de la planta, bajo distintas condiciones ambientales y conocer la dinámica de los procesos que caracterizan su crecimiento y desarrollo (Aristizabal, 2003).

Crecimiento y desarrollo de las plantas de calabacín

Existen pocos estudios acerca de la fisiología del crecimiento de calabacín. En el año 2005, Sedano, González, Engleman y Villanueva realizaron un análisis del crecimiento y rendimiento de estas plantas, siguiendo el método de Hunt (1990), a través de muestreos destructivos que permitieron medir el área foliar, así como el peso fresco y seco de tallo, hojas y fruto. También se realizaron mediciones semanales de las tasas de fotosíntesis y transpiración.

Este seguimiento al cultivo permitió conocer la dinámica de crecimiento de la planta, las relaciones fuente-demanda, la eficiencia del crecimiento del fruto, el rendimiento en la producción de fruta y semilla, y se determinó el intercambio de gases en las plantas de calabacín. A continuación, se exponen los resultados más relevantes en cada uno de estos temas.

Dinámica del crecimiento

En los primeros 30 días, la plántula desarrolla la raíz en mayor medida, para procurar un mejor anclaje y acceder a nutrientes y agua, por lo que el crecimiento aéreo es lento, pero que luego se acelera hasta los 70 días después de siembra (dds). La producción de frutos inicia entre los 55 y 60 dds, crece hasta los 70 de forma acelerada, y después reduce su velocidad.

En el proceso de formación de los frutos, compite con las hojas por fotoasimilados, porque su crecimiento es simultáneo. Los frutos y las hojas alcanzan su máxima acumulación de biomasa a los 85 y 69 dds, respectivamente (Sedano et al., 2004).

Relaciones fuente-demanda

Las hojas de la planta de calabacín presentan una fase de crecimiento lento en los primeros 15 dds, y alcanzan su máximo valor a los 62 dds, cuando inicia la senescencia. Esta estimación se realiza calculando la tasa absoluta de crecimiento ($TAC = [P_2 - P_1] / [t_2 - t_1]$, donde P es el peso y t el tiempo), que corresponde a la fuerza de demanda de fotoasimilados del órgano medido (Sedano et al., 2004).

En contraste con esta fuerza de demanda, la actividad de la demanda alcanza su mayor valor a los 33 dds. Después, la actividad de la demanda o proporción de biomasa que realiza actividad meristemática —representada por la tasa relativa de crecimiento ($TRC = [\ln P_2 - \ln P_1] / [t_2 - t_1]$)— disminuye con la edad, debido a la reducción del tejido meristemático en la planta (tejido de crecimiento activo). De los 48 a los 62 dds, la TRC es constante mientras ocurre el desarrollo de frutos, y baja casi a cero aproximadamente a los 76 dds, coincidiendo con la etapa de senescencia foliar (Sedano et al., 2004).

Por otro lado, la tasa de asimilación neta ($TAN = [P_2 - P_1] [\ln A_2 - \ln A_1] / [A_2 - A_1] [t_2 - t_1]$, donde A es el área) puede considerarse un indicador de la actividad fotosintética de la planta, que en el calabacín muestra un aumento en los primeros 33 dds, cuando alcanza su máximo valor. Entre los 48 y los 62 dds, la curva de la TAN se mantiene estable, ya que la planta invierte todos sus recursos en la formación y el crecimiento de los frutos, y luego decrece después de los 62 dds, comportamiento que se atribuye a la senescencia foliar (Sedano et al., 2004).

Eficiencia de crecimiento del fruto

En la planta de calabacín, la flor crece con rapidez el día anterior a la antesis, y durante ese periodo disminuye su tasa de crecimiento. Después de la antesis, el fruto crece aún más rápido, hasta alcanzar el punto de cosecha, a los 51 dds. Esto indica que el fruto tiene una mayor demanda de fotoasimilados que la flor.

Por otro lado, en términos de actividad meristemática (TRC), el crecimiento de la flor en formación es mayor que el del fruto joven, pero este último requiere más asimilados que la flor para aumentar su tamaño (Sedano et al., 2004).

Si no se cosechan los frutos tiernos, la planta mantiene un promedio de 12 frutos en formación, de los 51 a los 78 dds, pero todos abortan, excepto el primero, que permanece hasta los 99 dds, lo que pone de manifiesto que el primer fruto domina a los demás, posiblemente por la demanda de asimilados.

En el calabacín, la fuerza de demanda del fruto para obtener asimilados y la competencia entre frutos dependen del número de semillas. Un fruto con un mayor número de semillas suele ser más grande y, al mantenerse en la planta,

muestra dominancia sobre los demás. Por lo tanto, la remoción de frutos inmaduros (a punto de consumo) induce la formación de más flores y frutos (Sedano et al., 2004).

La práctica de remover los frutos inmaduros con el objetivo de que continúe la formación de nuevos frutos puede mejorar el rendimiento del cultivo, pero para aumentar el periodo de cosecha es necesario alargar el ciclo de vida de las hojas, con el fin de mantener una fuente de asimilados en el llenado de los frutos (Sedano et al., 2004).

Cuando el objetivo de la producción son frutos con semillas (con tamaños mayores a los 50 cm de longitud), es importante tener en cuenta que la madurez fisiológica se alcanza a los 79 dds, momento en el que ocurre la máxima acumulación de biomasa. En frutos pequeños, considerados inmaduros y que se consumen como verdura, esa madurez llega alrededor de los 55 dds. Los frutos con semilla detienen su crecimiento entre los 79 y los 99 dds, y luego empiezan a perder peso (Sedano et al., 2004).

Rendimiento del fruto y las semillas

En frutos maduros, las semillas representan el 32 % del peso seco total del fruto. Los frutos de calabacín en general, cuando se cosechan en estado inmaduro, presentan un diámetro promedio de 9,9 cm, un grosor de pulpa de 2,2 cm y 255 semillas.

El rendimiento del cultivo de calabacín en variedades de fruto verde es de 21,794 kg/ha⁻¹ como fruto inmaduro y de 34,008 kg/ha⁻¹ como fruto maduro, pero esto depende de la variedad (Sedano et al., 2004).

Intercambio de gases en las hojas

La fotosíntesis depende, entre otras cosas, de la radiación y de la absorción y utilización de la energía solar. En el calabacín, la tasa máxima de fotosíntesis alcanza valores de 32 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de CO₂ unos dos días antes de floración y luego decrece; mientras tanto, la transpiración muestra una tendencia creciente durante todo el ciclo (Sedano et al., 2004).

Por este motivo, la eficiencia en el uso del agua ($WUE = \text{asimilación de CO}_2 / \text{transpiración}$) se reduce con la edad de la planta. En temporadas cálidas, con temperaturas entre 10 y 15 °C, la WUE disminuye, a causa del aumento en la transpiración del cultivo (Martínez, 2011).

Capítulo V

Prácticas culturales

Preparación del suelo

Reche (1997) sostiene que la preparación del suelo es importante, ya que su objetivo principal es adecuar el terreno para proporcionar a las semillas las condiciones óptimas de germinación, crecimiento y desarrollo. El mismo autor plantea que, entre los propósitos de esta labor se destacan los siguientes:

- Mejorar la estructura del suelo facilita la penetración de las raíces y la aireación requerida para su respiración, además de crear un ambiente propicio para que los microorganismos descompongan la materia orgánica, y así mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Eliminar arvenses que podrían competir con el cultivo.
- Corregir inconvenientes topográficos que pueda tener el suelo antes de la siembra, para facilitar el riego, el drenaje y la aplicación de los fertilizantes y enmiendas.

Se recomienda establecer siembras en terrenos que vengan de cultivos “colonizadores”, como frijol, papa, maíz, zanahoria, cebolla de bulbo u otra hortaliza, lo que facilita o mejora las condiciones del suelo y aporta nutrientes, además de contribuir al manejo de malezas.

En terrenos “enmalezados” es recomendable realizar una guadañada superficial e incorporar el excedente de biomasa con un pase de rastrillo. Esta práctica permite aportar abonos verdes al lote, mediante el proceso de descomposición y compostaje *in situ* de las malezas (Jaramillo et al., 2016).

La preparación del suelo debe realizarse por lo menos 30 días antes del trasplante o siembra en campo, con el fin de evitar retrasos en el momento de sembrar y hacer un control de malezas presiembra en el momento propicio. De igual forma, es necesario que se haga a una profundidad de por lo menos 30 a

40 cm, primero arando y luego rastrillando, hasta dejarlo bien mullido, según el tipo de suelo y el modo en que haya sido laboreado (Arias, 2007).

El 38,89 % de los productores de Antioquia y Cundinamarca utilizan maquinaria para la preparación del terreno (figura 31), pero esta práctica es más común en Cundinamarca, donde el 66,67 % de los agricultores lo hacen.



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 31. Uso de maquinaria para preparación del terreno.

Los tipos de maquinaria que utilizan con mayor frecuencia son el motoarado (motocultor), más común en Antioquia, adoptado por el 83,33 % de los agricultores. Según el tipo de terreno, se realizan uno o dos pases.

A su vez, en Cundinamarca, el arado de cincel solo es usado por el 13,33 % de los productores, con uno o dos pases, dependiendo del terreno. De igual manera, el arado de disco es utilizado por el 33,33 % de los agricultores del departamento. También es común la práctica de arar con yuntas de bueyes, ya que el 26,67 % de los agricultores lo hacen.

Por su parte, el deshierbe sí es fundamental en ambos departamentos. En Cundinamarca esta labor es realizada por todos los productores y en Antioquia

por el 95 % de ellos. Por otro lado, a pesar de que el aporque no es una práctica común en este cultivo, en Antioquia el 17 % de los agricultores lo realizan, y en Cundinamarca el 9,6 %.

Trasplante

El trasplante es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo. Las plantas que se llevan al campo deben cumplir con ciertas condiciones, como tener un buen estado fitosanitario (sin daños por plagas o enfermedades), un sistema radicular sano, uno o dos pares de hojas por encima de los cotiledones (hojas verdaderas), así como homogeneidad en altura y desarrollo (figura 32) (Reche, 1997).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 32. Plántula de calabacín apta para trasplante.

Este proceso se realiza con plántulas que han estado de 20 a 25 días en semillero. Se debe hacer en horas de la mañana y asegurarse de que el suelo donde se hará esté húmedo, para facilitar el establecimiento en campo.

El sustrato (pilón) en el que viene el sistema radicular de la plántula debe quedar completamente cubierto con el suelo. En caso de que el suelo no esté húmedo, se debe aplicar un riego por aspersión, antes y después del trasplante, para reducir las posibilidades de pérdida de humedad.

Es necesario tener el mayor cuidado posible, con el fin de no causar daño a las hojas, ya que estas comprenden la primera área fotosintética que influye en el desarrollo de la planta. Desde ese momento, es imprescindible que las labores como riego, control de arvenses (malezas) y manejo integrado de plagas se realicen de manera oportuna (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, & Zapata, 2012; Vallejo & Estrada, 2004).

La utilización de micorrizas en el momento de la preparación del terreno o trasplante es una práctica que se implementa cada vez más. Esta simbiosis permite que el tejido del hongo sea un puente entre el suelo y la raíz (al constituirse en una extensión de raicillas), aumentando la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz (Jaramillo et al., 2012).

Las micorrizas poseen otras ventajas, como tolerancia al estrés hídrico, adaptación a metales pesados, exclusión o inhibición de patógenos del suelo, absorción de iones poco móviles en el suelo (fosfatos, zinc, cobre y amonio) y mayor crecimiento de las plantas en suelos con bajo contenido de nutrientes.

Por lo general, las poblaciones naturales de micorrizas no son suficientes para establecer una buena simbiosis, lo cual afecta el desarrollo de una comunidad vegetal. En estos casos se pueden aumentar las eficiencias simbióticas con la inoculación de hongos eficientes y competitivos (Jaramillo et al., 2012).

Es necesario que el producto quede en contacto con el sistema radical de la planta y, por consiguiente, se debe aplicar en el momento de la siembra o del trasplante, en dosis de 3 a 5 gramos por sitio o planta. Esta dosis dependerá de

la concentración del inóculo de micorrizas que tenga el producto comercial (Jaramillo, Tamayo, Suaza, & Rodas, 1998).

Entre los criterios que los productores de Antioquia (donde básicamente se utilizan plántulas para establecer los cultivos) consideran para definir el momento del trasplante del material de siembra se encuentran el número de hojas, y la altura y edad de las plántulas. El número de hojas que tienen en cuenta oscila entre 0 y 4 hojas por plántula, y su altura, como criterio de trasplante, va de 3 a 20 centímetros. La edad no es un criterio tenido en cuenta, solo el 4 % de los agricultores lo hacen.

En Cundinamarca, por las características del manejo del cultivo y la ausencia de la técnica de plantulación para el establecimiento del mismo, estas variables no tienen mayor importancia.

Riego

Cuando se aplica riego en un suelo, el agua desplaza el aire contenido en él, lo que hace que la tierra se encuentre en su capacidad máxima de saturación (en la capacidad de campo los espacios vacíos son reemplazados por agua), la acción de la gravedad hace que migren a capas inferiores, y queda retenido un volumen de agua que depende de la capacidad de retención del suelo (textura, estructura, contenido de materia orgánica y otros coloides).

En el caso de que no se suministre más agua al suelo, parte de ella se evapora y otra es absorbida por las raíces, hasta el punto en que ya no pueden tomar más agua (punto de marchitamiento) (Reche, 1997).

El suelo debe mantenerse a capacidad de campo, que es el punto que se encuentra entre la capacidad de retención del suelo —que depende de su tipo (entre más pequeñas son las partículas que lo componen hay una mayor capacidad de retención) — y el marchitamiento (Reche, 1997).

El calabacín es una planta exigente en humedad, por lo que es recomendable que esté entre un 70 % y un 80 % de la capacidad de campo del suelo. Con el fin de que la planta enraíce bien, en las primeras fases de desarrollo no es conveniente el exceso de agua. Tras la germinación —a los 15-20 días, dependiendo de las condiciones del clima— empieza el riego.

Al iniciar la fructificación, el calabacín precisa aportes frecuentes de agua. Estas plantas son altamente sensibles a suelos que se encuentren en condiciones de inundación, sobre todo en las primeras fases del cultivo (Reche, 2000). Se ha evidenciado que cuando están en esa situación por periodos de 6 a 10 horas, sufren daños irreversibles.

En siembra directa, el primer riego se lleva a cabo unos días antes de esta, para aportar humedad en la germinación. Debe ser abundante, con volúmenes de 240 m³ por hectárea. Más adelante, es conveniente retrasar los riegos, aproximadamente hasta los 20-25 días después de la germinación, de acuerdo con las condiciones climáticas, con el fin de prevenir estrés hídrico en las plantas.

A partir de este riego, los posteriores serán cada 7-10 días, también dependiendo del clima. Cuando la temperatura aumenta y se incrementa la recolección, se debe aplicar al menos un riego por semana (López, 2016; Reche, 2000).

Riego localizado

En España se afirma que el consumo por hectárea depende de las distancias de siembra, la época de cultivo y el sistema de riego. En cultivos con riego localizado en zonas cálidas, el primer riego se debe dar uno o dos días antes de la siembra, aplicando agua de tal forma que el volumen aportado por metro cuadrado sea de unos 24 litros, es decir, 240 m³/ha.

Esto se consigue con dos goteros de cuatro litros por planta (10.000 plantas por hectárea), con un sistema que permanece en funcionamiento durante tres horas. Se usan mangueras de polietileno de color negro, con diámetros de 16/18 y una distancia entre emisores de 0,80 a 1,00 m. La manguera se separa unos 10 cm de la línea de plantas, para no mojar el cuello directamente (López, 2016; Reche, 2000).

En Colombia no se tiene información de los requerimientos hídricos, ni determinación de la lámina de riego, ni frecuencia de aplicación para el cultivo de calabacín.

Riego en Antioquia y Cundinamarca

El 80 % de los productores de los dos departamentos aplican riego suplementario. En Antioquia se depende más del agua de lluvia (29 %), ya que el régimen de lluvias de la región es muy uniforme, frente al 11 % de los agricultores de Cundinamarca.

El sistema de riego utilizado en ambos departamentos es el de aspersión, y solo el 16 % de los productores le hacen mantenimiento al sistema. Cuando se requiere riego, las fuentes de agua más utilizadas (45 %) son las quebradas cercanas (más comunes en Cundinamarca), seguidas de los nacimientos.

El 53 % de los agricultores manifestaron que el consumo de agua de la planta está relacionado con su etapa fenológica, y que la aplicación del riego se hace de acuerdo con las condiciones climáticas. Normalmente, irrigan el cultivo durante una hora, pero no conocen la cantidad de agua que utilizan en este proceso.

Podas

La poda de hortalizas se realiza con el objetivo de modificar la estructura y arquitectura natural de la planta. Se pretende mantenerla con la cobertura y la disposición de follaje adecuada y suficiente para obtener una mayor producción, suprimiendo órganos improductivos, inútiles o enfermos, o que limiten el desarrollo apropiado de la planta, según los sistemas de cultivo.

Con la poda también se busca limitar el número de ramas y brotes, con el fin de facilitar las labores culturales y, en especies con follaje abundante, favorecer la aireación y la iluminación en el interior de la planta, así como reducir la incidencia de algunas plagas y enfermedades.

El crecimiento de las plantas se divide en dos: uno vegetativo, en el que se producen nuevas hojas, se elongan y engruesan el tallo y las raíces, y uno reproductivo, que genera flores, frutos y semillas. Estos últimos órganos, conocidos como órganos vertedero, crecen gracias a la acumulación de fotoasimilados, que son los carbohidratos que se sintetizan en las hojas (órganos fuente) a través de la fotosíntesis (Bojacá et al., 2012).

Se debe tener en cuenta que, en cualquier especie, las podas deben equilibrar la fructificación y el desarrollo vegetativo y radicular (Reche, 1996). Una poda muy drástica de hojas no permitirá la producción suficiente de fotoasimilados para llenar correctamente el fruto, pero no hacer ninguna causa una menor interceptación de luz en las hojas activas, en detrimento de la fotosíntesis (Bojacá, et al., 2012).

La poda debe coordinarse con el resto de las labores culturales y el marco de plantación establecido. Se recomienda realizarla en horas de la mañana, para favorecer la cicatrización, y hacer cortes firmes que no produzcan desgarros en la planta. En hortalizas, se utilizan el cuchillo y la tijera de podar, y en tallos delgados y despuntes se hace manualmente (Reche, 1996).

Existen distintas clases de poda, de acuerdo con el objetivo que se persiga. Entre ellas se pueden identificar las de formación, que buscan dar una estructura determinada a la planta; las de producción o fructificación, que pretenden regular la producción, para que sea abundante y de calidad, y las sanitarias, que permiten menores ataques de plagas y enfermedades, o descartar órganos afectados (Reche, 1996).

La poda también puede clasificarse según los órganos que suprime. De esta manera, existen poda de hojas, poda o aclareo de flores, aclareo de frutos, poda de yemas y brotes terminales, y destallados (Reche, 1996).

Poda del calabacín

En el calabacín la poda se realiza principalmente para eliminar flores, frutos y hojas, así como brotaciones secundarias que pueden aparecer por un excesivo desarrollo,

y en determinados cultivares. Estas podas permiten una mejor aireación de la planta, previenen la incidencia temprana de enfermedades y plagas, facilitan las prácticas culturales, y mejoran la condición sanitaria del cultivo.

Sin embargo, deben considerarse algunos riesgos, como la posibilidad de un ataque de botritis sobre los cortes efectuados y la reducción de la producción si se da un exceso en el corte de hojas. A continuación, se enuncian diferentes tipos de podas y su utilización en las plantas de calabacín.

- Poda de formación: en calabacín no se acostumbra a realizar este tipo de poda.
- Poda de brotes: por lo general, los híbridos del calabacín emiten una sola guía, pero un excesivo abonado nitrogenado puede causar que algunos de estos híbridos echen brotes secundarios, que producen frutos no comerciales, por lo que es recomendable eliminarlos a medida que vayan apareciendo.
- Poda de hojas: se realiza cuando se encuentran senescentes, para dar una mayor aireación a la planta y mejorar la distribución de la luz a través de ella. El deshojado se hace por debajo de los frutos más bajos, cortando la unión del peciolo con el tallo. No es conveniente eliminar las hojas superiores de la planta, ya que sirven de protección del sol para los frutos. Este tipo de poda se inicia aproximadamente un mes y medio después de la germinación, y tras una fuerte poda de hojas se recomienda realizar un tratamiento antibotritis (Reche, 1996).

En los departamentos de Antioquia y Cundinamarca, las podas son poco frecuentes en el cultivo de calabacín: solo el 13 % de los productores las practican, y son más habituales en Antioquia (11 %), donde la más común es la de hojas.

Requerimientos nutricionales

No se encontraron referencias bibliográficas que indicaran concretamente las necesidades y los requerimientos nutricionales del calabacín. Por lo tanto, se consideró pertinente abordar la importancia de los diferentes nutrientes

esenciales para el desarrollo de la planta y sus funciones, así como los síntomas de sus deficiencias nutricionales en general.

El principio de un buen manejo de la fertilización es asegurar un balance entre los requerimientos nutricionales de los cultivos y la dinámica de los nutrientes en el suelo, de tal manera que se reduzcan los riesgos de pérdida de fertilizante y de contaminación de suelos y aguas.

El conocimiento acerca del sistema clima-suelo-cultivo-nutrición hace posible formular una recomendación de fertilización para cada cultivo en particular. Este manejo integral permite un balance óptimo entre el estado nutricional de los suelos y la rentabilidad económica del cultivo, sin afectar la sustentabilidad del sistema (Pacheco, 2012).

Una adecuada nutrición mineral en los cultivos es fundamental para garantizar la producción agrícola y su sanidad. Para su normal crecimiento y desarrollo, cada planta posee requerimientos nutricionales distintos, determinados por su información genética (Barrera, Cruz, & Melgarejo, 2010).

Las plantas están conectadas con su medioambiente y realizan un intercambio constante de materia y energía, ya que aumentan su biomasa usando dióxido de carbono del aire, la energía del sol y los nutrientes que toman del suelo y del agua (Barrera et al., 2010).

Dos de los grandes retos que enfrenta la agricultura en la actualidad, y que se abordan desde dos perspectivas distintas, son la degradación de los suelos con aptitud agrícola y el alto costo de los insumos que se aplican a los cultivos para suplementar su nutrición.

Sin embargo, ambos problemas pueden solucionarse conociendo las necesidades nutricionales de cada especie, el sistema de absorción y transporte de esos diferentes nutrientes, y el efecto de las limitaciones nutricionales de cada elemento en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Esto permite elaborar planes de manejo de la fertilidad y la conservación de los suelos, idóneos para cada sistema productivo, evitando aplicaciones innecesarias de abonos, cuyos excesos por lo general se traducen en pérdidas económicas y contaminaciones del suelo y de las fuentes de agua.

Infortunadamente, no se cuenta con información acerca de los requerimientos nutricionales y las curvas de extracción de nutrientes de todos los cultivos. No obstante, entender el papel que juegan los diferentes elementos en el metabolismo de la planta puede ayudar a definir el momento óptimo de aplicación.

Lo anterior y los análisis de suelo permiten conocer qué elementos se encuentran en exceso o en déficit en el suelo, y acercarse a una recomendación aceptable del plan de fertilización que se debe adoptar.

Estos elementos son llamados esenciales, debido a que, gracias a ellos, las plantas completan su ciclo de vida, pues participan directamente en funciones de crecimiento y reproducción (Barrera et al., 2010; Bonilla, 2008). Algunos de ellos son considerados no minerales, ya que la planta los toma del aire o del agua: carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los demás se clasifican en macronutrientes y micronutrientes, dependiendo de su concentración en las plantas. Dentro de los primeros encontramos el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S); y los segundos incluyen el boro (B), el cloro (Cl), el cobre (Cu), el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el níquel (Ni) y el zinc (Zn) (Barrera et al., 2010; Bonilla, 2008).

Nitrógeno

El nitrógeno (N) es esencial para la vida de todos los seres vivos, ya que es constituyente de un gran número de compuestos orgánicos esenciales en el metabolismo, y forma parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). El N se encuentra también dentro de la estructura de la clorofila y de algunas enzimas indispensables para la fotosíntesis y la respiración.

En la fertilización de cultivos, el N se aplica más comúnmente como nitrato (NO_3^-), aunque también suelen hacerse aplicaciones en forma amoniacal (NH_4^+). El NO_3^- se absorbe mejor a un bajo pH del suelo, mientras que el NH_4^+ es preferible con un pH alto.

La decisión acerca de qué fuente usar también depende de la edad de la planta y de la humedad del suelo. En suelos húmedos es recomendable no aplicar fuentes amoniacales, debido a su susceptibilidad a volatilizarse (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

La deficiencia de N afecta de manera importante el crecimiento de la planta. Los primeros síntomas empiezan con un debilitamiento, un bajo crecimiento, las hojas no crecen y se tornan rígidas y de un color verde amarillento, y es probable que las nerviaciones de las hojas se muestren más pronunciadas.

Debido a que este elemento es altamente móvil en la planta, estos síntomas se observan en las hojas más viejas, ya que los asimilados disponibles se translocan con rapidez a las hojas más jóvenes (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Cuando hay un exceso de fertilización nitrogenada, las plantas presentan un desarrollo foliar abundante; un pobre rendimiento de frutos por retardos en la floración y la formación de semillas; un menor desarrollo radicular, y hojas de color verde oscuro (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Fósforo

La absorción de este elemento se da principalmente en forma de fosfato. La mayor parte del fósforo (P) presente en los suelos no es aprovechable por las plantas, debido a su gran insolubilidad y fijación en los coloides del suelo. Su absorción y disponibilidad dependen del pH del suelo y, a medida que el pH aumenta, es menos disponible para las plantas (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

El fosfato es relativamente móvil dentro de las plantas, por lo que puede moverse de manera ascendente y descendente en el floema, es decir, que las hojas jóvenes pueden ser abastecidas con rapidez con el fósforo absorbido por las raíces o

traslocado de hojas maduras, o se pueden dar casos en que el P traslocado a las hojas nuevas sea movido a las viejas (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

El P hace parte de varias enzimas y fosfolípidos involucrados en el proceso fotosintético, y es fundamental en las unidades de trifosfato de adenosina (ATP), unidad de energía requerida en los procesos de fotosíntesis y respiración, entre otros. Participa en la división celular y en el crecimiento temprano de la raíz, la floración y la viabilidad de las semillas (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Las plantas con bajos contenidos de P son débiles, debido a que este elemento es un componente de casi todos los procesos de crecimiento y síntesis de compuestos. Las hojas de las plantas carentes de P son delgadas, pequeñas, con nervaduras poco pronunciadas y coloraciones que van de rojizas a violetas. Así mismo, la maduración del fruto se retrasa (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Los excesos de P son poco comunes, debido a la naturaleza del elemento. Cuando ocurren se deben principalmente a antagonismos con el hierro, que generan una clorosis férrica (rojiza); en otros casos, puede darse un desarrollo abundante de la parte radical, que causa un desbalance con la parte aérea, además de acelerarse la maduración de los frutos (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

La asociación de las plantas con hongos formadores de micorrizas arbusculares favorece la absorción del P.

Potasio

El potasio (K), absorbido en forma de catión K^+ , es requerido por la planta principalmente en la etapa de crecimiento. Es un elemento con alta movilidad dentro de las plantas y se detecta con facilidad en todos sus órganos.

En las hojas, un 30 % del K^+ puede encontrarse en el citoplasma y un 70 % en las vacuolas. Este alto contenido en las vacuolas lo relaciona directamente con la capacidad para mantener la turgencia (célula hinchada, debido al contenido celular, que mantiene la estructura de la planta) (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

El K está involucrado en la formación de enzimas, aminoácidos y proteínas, desempeña un papel importante en la absorción del agua, y afecta directamente la tasa de transpiración de la planta, mediante el cierre y la apertura estomáticos. Su presencia en los tejidos vegetales otorga una mayor tolerancia a infecciones patogénicas y a eventos de estrés hídrico por exceso o déficit. Es esencial para la formación de almidones y la maduración de los frutos (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Como sucede con el N y el P, las deficiencias de K son apreciables en primer lugar en las hojas más antiguas. En general, su deficiencia se manifiesta como una reducción en el crecimiento de la planta y la maduración de los frutos. En muchos casos, las hojas se curvan hacia arriba, y las más maduras presentan clorosis y luego se necrosan (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Los síntomas de exceso de K en la planta están relacionados con los antagonismos que causa; por lo tanto, la absorción excesiva y las altas dosis de fertilización potásica ocasionan deficiencias de calcio, magnesio, hierro y zinc (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Calcio

La absorción del Ca se da principalmente por los pelos radicales. Su transporte es controlado por la transpiración, de ahí la importancia de mantener la planta bien hidratada. Debido a la baja movilidad del Ca dentro de las plantas y a su nula traslocación de hojas jóvenes a maduras, las plantas requieren un suministro constante de este elemento.

Su función principal es la elongación y división celular, procesos que dan origen al crecimiento de la planta y a la formación de nuevos tejidos. Su oportuna aplicación estimula el vigor de las plantas, la viabilidad del polen y el contenido proteico de granos y semillas. Así mismo, su uso apropiado conduce a plantas resistentes al estrés y tolerantes a la sequía.

Un bajo suministro de Ca produce principalmente que las hojas jóvenes se vuelvan débiles y se arruguen o curven, y algunas veces desarrollan necrosis en

los bordes. En el fruto el síntoma es más severo y ocurre una necrosis apical (coloración negra o marrón y muerte del tejido), que se observa en primera instancia en el tercio superior de las plantas y en las hojas más jóvenes.

La deficiencia de este elemento puede manifestarse desde la germinación, provocando clorosis y detención del crecimiento radicular, lo que origina raíces cortas, gruesas y de color pardo. Se ha comprobado que, ante la ausencia total de Ca, se produce la muerte inmediata de las plantas, dado que las raíces ya no son capaces de absorber agua y nutrientes.

No es común encontrar síntomas asociados con toxicidad por exceso de este elemento. Se pueden producir efectos secundarios, relacionados con los balances de bases, como sucede con el K. El exceso de Ca provoca deficiencia de K y clorosis férrica, e inmoviliza elementos como zinc, cobre y fósforo, causando su deficiencia (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

La insuficiencia de Ca en frutos puede ser ocasionada por una deficiente traslocación del elemento, pero también por otros factores que influyen en su transporte a estos, como elevadas temperaturas, humedades bajas y salinidad. Esta sintomatología está asociada con problemas previos de estrés hídrico (figura 33).



Foto: Andrea del Pilar Villarreal

Figura 33. Pudrición apical de fruto de calabacín, síntoma de deficiencia de calcio.

Magnesio

El magnesio (Mg) hace parte de la molécula de la clorofila, por lo tanto, está presente en todas las partes de la planta y participa en la captación de la energía solar. Dada su alta movilidad en la planta, es capaz de moverse rápidamente de las hojas viejas a las nuevas, por lo que las deficiencias asociadas a clorosis intervenal se presentan primero en las hojas viejas. Cuando el déficit es severo, la zona de la hoja que presentaba clorosis se necrosa.

Las deficiencias de Mg están asociadas con suministros inadecuados (excesos) de N, P y K. Aunque llegar a excesos de Mg en los tejidos no es común en la naturaleza, mediante ensayos específicos se ha documentado que, en sustratos muy pobres en Ca, el Mg puede acumularse, causando la deformación de hojas jóvenes y daños en las raíces (Bojacá et al., 2012).

Estas deficiencias son menos importantes en el calabacín que en otras especies de la familia, y son más evidentes en suelos arenosos con pH ácido o con contenidos de Mg inferiores a 70 ppm. Se manifiesta con decoloraciones foliares intervenales que, en grado máximo, descomponen la hoja (figura 34) (López, 2016).



Foto: Andrea del Pilar Villarreal

Figura 34. Síntoma de deficiencia de magnesio en hojas de calabacín.

Azufre

El azufre (S) es absorbido sobre todo por las raíces y en menor medida a través de los estomas de las hojas. Es un elemento poco móvil dentro de la planta, por lo que sus deficiencias se perciben inicialmente en las hojas y partes jóvenes. El S participa en la síntesis de lípidos, clorofila, carotenos y ácidos orgánicos.

Debido a su influencia en múltiples procesos, la deficiencia se expresa de una manera similar a la del N, con retrasos en el crecimiento, clorosis uniforme de las hojas, con tendencia a causar un bronceado y necrosis en sus ápices. Lo que diferencia a los déficits de N y S es que el segundo se presenta primero en las hojas jóvenes. Los excesos están asociados a efectos de salinidad, como amarillamientos, necrosis y enanismos de las plantas (Bojacá et al., 2012).

Hierro

La deficiencia de hierro (Fe) en las plantas se manifiesta con el amarillamiento de las zonas intervenales y el oscurecimiento de las venas; cuando avanza, la clorosis se hace generalizada en la hoja. Este déficit puede observarse en las hojas jóvenes, debido a su baja movilidad. El elemento es requerido en mitocondrias y cloroplastos, ya que hace parte de diversos sistemas enzimáticos (Bojacá et al., 2012).

Manganeso

El manganeso (Mn) interviene en numerosos procesos de la planta, incluyendo la fotosíntesis, la glucólisis, y el metabolismo de ácidos orgánicos, de auxinas y de N. Es un elemento poco móvil en la planta, por lo que los síntomas tempranos de la deficiencia pueden aparecer primero en las hojas jóvenes, en las que se manifiesta como clorosis entre las nerviaciones.

Por otro lado, es común encontrar plantas con síntomas de toxicidad por exceso, sobre todo en suelos ácidos, en los que el Mn está completamente disponible. Estos síntomas se manifiestan como manchas marrones y microperforados en

las hojas cuando se aprecian al trasluz; estas pequeñas depresiones se unen y se convierten en manchas necróticas mayores, que pueden confundirse con los síntomas de alguna enfermedad (Bojacá et al., 2012; López, 2016).

Boro

El boro (B) es un elemento que presenta escasa movilidad en la planta. Actúa en el metabolismo y transporte de los carbohidratos, la formación de las paredes celulares (lignificación), el metabolismo de ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas, la producción de flores y semillas y la formación del polen y el tubo polínico.

Los síntomas de su deficiencia se evidencian en la detención del crecimiento en el área foliar, y en la disminución de los contenidos de clorofila. Sin embargo, estos déficits dependen del requerimiento de cada especie.

En las hojas, el déficit inicia como un amarillamiento en el ápice, que se extiende hacia los bordes y entre las nervaduras, en tonos amarillo-naranja; posteriormente, los bordes se necrosan, aparecen exudaciones resinosas y, en casos de deficiencia extrema, la planta se defolia y muere. Además, se presenta aborto floral y caída de frutos, así como moteados y rayados en el fruto, que se convierten en marcas de corcho bien pronunciadas (figura 35) (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).



Foto: Andrea del Pilar Villarreal

Figura 35. Rayado del fruto y cicatrización con apariencia corchosa, síntoma de deficiencia de boro.

Zinc

El zinc (Zn) es absorbido principalmente por las raíces de la planta, donde se acumula, debido a su baja movilidad. Este elemento interviene en la formación de diversos sistemas enzimáticos, que participan en procesos vitales para las plantas, como síntesis de auxinas y glucólisis, entre otros, además de estar involucrado en la defensa contra agentes bióticos y abióticos.

Su deficiencia se manifiesta como un amarillamiento progresivo de las hojas jóvenes y la disminución de su tamaño, mientras las nervaduras permanecen verdes. En las hojas de las plantas con este déficit es común que se presenten altos contenidos de Fe, Mn, nitratos y fosfatos, así como bajas concentraciones de almidón.

Al igual que en el caso del Mn, los excesos se presentan en suelos con alta acidez. En estos escenarios, las hojas presentan clorosis y coloraciones rojizas en las nervaduras (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

Cobre

Aunque las cantidades de cobre (Cu) requeridas por las plantas son muy bajas, sus funciones están asociadas con un buen número de enzimas. Su deficiencia se observa en primer lugar en los órganos más jóvenes, con deformaciones y muerte de hojas, clorosis, y manchas pardas y necrosis en los bordes y el ápice. En frutos, puede presentarse como manchas de colores que van del marrón al negro y pueden adquirir apariencia costrosa, oscura y agrietada.

Por otro lado, las principales características de plantas que tienen un exceso de Cu en su sistema se manifiestan en sus raíces, que pierden vigor, se tornan oscuras y se engruesan (Bojacá et al., 2012; Bonilla, 2008).

La tabla 5 resume las principales características de cada uno de los elementos esenciales y los síntomas de su deficiencia en las plantas.

Tabla 5. Elementos principales, características y síntomas de deficiencia

Elemento	Función en la planta	Síntomas de su deficiencia
Nitrógeno (N)	Presente en todas las proteínas.	Sus primeros síntomas se dan en hojas maduras.
	Componente esencial de la clorofila del ADN y ARN. Estimula el crecimiento de la planta y ayuda a que utilice otros nutrientes, como P y K.	Debilidad en los tejidos y cambios de color en las hojas, de verde claro a amarillo (clorosis). El crecimiento de la raíz disminuye.
Fósforo (P)	Constituyente de coenzimas, ADN y ARN. Hace parte del ATP. Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades.	Hojas, tallos y peciolo maduros adquieren un color verde oscuro o morado. Las hojas pueden enrollarse. Las plantas tienen un desarrollo lento y son bastante susceptibles a infecciones.

Continúa

Continuación tabla 5

		La floración se demora y el sistema radical es pobre.
Potasio (K)	Importante en fotosíntesis, transporte de carbohidratos y síntesis de proteínas. Activador de ciertas enzimas, participa en la osmorregulación y también en el mantenimiento del potencial de membrana.	Clorosis marginal e intervenal y enrollamiento en hojas maduras. Planta débil, con sistema radical pobre y baja tolerancia al estrés o a ataques de enfermedades. Limita la apertura estomática y, por tanto, el intercambio de gases para fotosíntesis.
Calcio (Ca)	Hace parte de las paredes celulares, confiriendo estructura y permeabilidad. Activa las enzimas amilasa y ATPasa. Los troncos de árboles con mayor contenido de Ca proporcionan una madera de mayor calidad y dureza.	Se observa inicialmente en hojas jóvenes. Meristemos apicales deformados, pequeños o sin crecimiento. Yemas en forma de gancho. En los brotes del tallo o flores, y en las hojas bajas, se presenta clorosis en el borde y pérdida de turgencia.
Magnesio (Mg)	Elemento principal de la molécula de clorofila. Actúa como activador de enzimas cuando se combina con ATP o ADP.	La producción de clorofila disminuye, lo que se traduce en clorosis intervenal y finalmente en necrosis. Los síntomas se presentan primero en hojas maduras, que se enrollan y se tornan quebradizas.
Azufre (S)	Parte integral de los aminoácidos cisteína y metionina. Constituyente de la estructura de las proteínas.	Reducción en la síntesis de proteínas. Las hojas jóvenes presentan clorosis, y las raíces y los tallos diámetros menores, pero de mayor longitud. Sistema radical débil y tallos rígidos y quebradizos.
Boro (B)	Importante en la translocación de azúcares y carbohidratos. Relacionado con el normal desarrollo de la pared celular, la división celular y	Adelgazamiento de tallos y peciolo, volviéndolos quebradizos y de color blanquecino. Las hojas jóvenes se vuelven delgadas y con malformaciones. Retraso en la producción de flores y fácil pudrición de frutos.

Continúa

Continuación tabla 5

	el desarrollo de frutas y semillas.	
Cloro (Cl)	Ion implicado en la turgencia de la planta y en el crecimiento celular en condiciones de estrés hídrico.	Clorosis en hojas maduras, con un área foliar reducida. Marchitamiento, detención del crecimiento de la planta y reducción de la tasa de transpiración.
Cobre (Cu)	Implicado en la síntesis de clorofila, y constituyente de la plastocianina, que funciona en la transferencia de electrones y de proteínas con actividad oxidasa. Relacionado con la síntesis de ADN y ARN.	Entrenudos cortos, y hojas jóvenes débiles, con malformaciones, puntos necróticos y coloraciones más oscuras de lo normal. Reducción de los procesos de desarrollo radical, floración y fructificación.
Manganeso (Mn)	Implicado en la activación de enzimas importantes en la reducción de carbohidratos y en la formación de clorofilas, ADN y ARN. Relacionado con la producción de oxígeno durante la fotosíntesis.	Clorosis intervenal evidente y similar a la observada en deficiencias de Mg, Zn o Fe. En casos severos, se presentan puntos necróticos y caída de hojas, y la formación de flores se reduce o se detiene.
Hierro (Fe)	Necesario en la activación de enzimas relacionadas con las reacciones de oxidorreducción y en la transferencia de electrones. Como en el metabolismo humano, actúa en las plantas como transportador de oxígeno.	Clorosis intervenal y pérdida de color verde en la lámina foliar de hojas jóvenes. Cuando la deficiencia es avanzada, aparecen manchas angulares intervenales de color café, y daños con apariencia de quemadura en los márgenes de las hojas.
Molibdeno (Mo)	Implicado en la fijación de N, en la transformación de nitrato a amonio, y en el metabolismo de carbohidratos.	La clorosis intervenal causada por esta deficiencia suele confundirse con la producida por bajos niveles de N. También se observan manchas y, algunas veces, enrollamientos en los bordes de las hojas.

Continúa

Continuación tabla 5

Zinc (Zn)	Activador de enzimas implicadas en la regulación de varios procesos metabólicos, como la síntesis de ADN, ARN, proteínas y algunas hormonas.	Crecimiento atrofiado y acortamiento de entrenudos. Las hojas no crecen y adquieren una coloración amarilla o café. El sistema radical y los tallos presentan malformaciones. Puede causar toxicidades por P, N, Cu o Fe en la planta.
-----------	--	---

Fuente: Elaboración propia a partir de la adaptación de Bonilla (2008)

En cuanto al reconocimiento de las deficiencias nutricionales en sus cultivos, en ambos departamentos el 35 % de los productores admite tener deficiencias de nitrógeno (N), con mayor frecuencia en Cundinamarca (67 %) que en Antioquia (33 %). El 16 % reconoce deficiencias nutricionales de fósforo (P) y el 18 % de potasio (K); las de P (75 %) y K (78 %) son más reconocidas en Cundinamarca que en Antioquia, donde solo el 25 % y el 22 % de los agricultores identifican estas deficiencias. Otros nutrientes, como el magnesio (Mg), no son reconocidos como un elemento importante.

Las deficiencias nutricionales en Cundinamarca están ligadas al hecho de que el cultivo de calabacín no se fertiliza, ya que culturalmente se cree que, luego del cultivo de cebolla de bulbo, el calabacín puede tomar los excedentes de nutrientes disponibles en el suelo cuando se rota con dicho cultivo.

Los aportes nutricionales pueden hacerse con fuentes orgánicas o inorgánicas. Los abonos orgánicos mantienen las propiedades físicas y químicas del suelo, y los inorgánicos, o de síntesis química, proveen cantidades suficientes de nutrientes (Pacheco, 2012).

En general, las cucurbitáceas responden bien a suelos con alto contenido de materia orgánica y adecuados suministros de calcio, magnesio y nitrógeno. Además, por las características de los frutos, son altamente demandantes de fósforo y potasio. Por su parte, el rendimiento del calabacín está influido por los niveles de nitrógeno y fósforo (Peláez, Calero de la Pava, & Jaramillo, 1984).

En el cultivo del calabacín se plantea que, para alcanzar una producción de 80 a 100 toneladas de fruta por hectárea cosechada, en el momento de la siembra se requieren aplicaciones de 200 a 225 kg de nitrógeno (N_2), 100 a 125 kg de fósforo (P_2O_5) y 250 a 300 kg de potasio (K_2O) (Conabio, s. f.).

En Colombia se conoce poco sobre la fertilización del calabacín. En 1984, Peláez y sus colaboradores reportaron que, en la sabana de Bogotá, se hacía básicamente con materia orgánica (gallinaza o estiércol de vacuno) en altas cantidades y al azar. Esta circunstancia ha cambiado poco, ya que, en la actualidad, en muchas zonas se utilizan fertilizantes químicos completos, como triple 15 o formulaciones 10-30-10, en cantidades y periodos fijados por los agricultores, sin ningún estudio de base.

En el trabajo de Peláez et al. (1984), se determinó que los mejores rendimientos en calabacín se obtienen con aportes de 10 t/ha de materia orgánica, en combinación con una fertilización química de dosis 100-300-75 kg/ha de N-P-K.

Es bien conocido que la materia orgánica no solo aporta una porción importante de nutrientes, sino que también mejora la estructura del suelo, facilitando la retención de humedad y la aireación, condiciones importantes para el desarrollo de las raíces de las plantas.

Gracias al estudio citado, se concluye que el elemento más importante en la fertilización química del calabacín es el fósforo. Aportes de 300 kg/ha de este elemento durante el ciclo del cultivo permiten rendimientos en cosecha superiores a los mínimos aceptables, con una alta calidad de fruto comercial (Peláez et al., 1984).

Por otro lado, con enmiendas orgánicas tipo compost, vermicompost y preparados como el *bocashi*, se han logrado mejores rendimientos del cultivo de calabacín y aumentos en la producción de fruta de primera calidad. Es importante resaltar que estas enmiendas deben prepararse de manera que los organismos que intervienen en el proceso de fermentación de los productos no lleguen a afectar los cultivos, y que los nutrientes contenidos en ellas realmente estén disponibles para las plantas.

El uso de estos abonos orgánicos proporciona muchos beneficios a las plantas y al suelo, entre los que pueden mencionarse el mejoramiento en la estructura del suelo, con formación de agregados que aumentan la permeabilidad; el aumento de la fuerza de cohesión en suelos arenosos; la disminución de la compactación en suelos arcillosos, y el mejoramiento de la retención de agua.

Además, estos abonos tienen una acción quelatante, que favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes. Así mismo, sufren un proceso de mineralización en el suelo, que aporta cantidades importantes de carbono para el mantenimiento y reproducción de microorganismos benéficos del suelo (Girón, Martínez, & Monterroza, 2012; Pacheco, 2012).

Una recomendación de fertilización debe tener en cuenta las siguientes acciones:

- Hacer un diagnóstico de la disponibilidad de elementos nutricionales disponibles para las plantas, a través de un análisis completo de fertilidad del suelo.
- Aplicar los elementos que hayan mostrado déficit en el análisis, hasta alcanzar los niveles requeridos por el cultivo (extracción o demanda/ciclo), con el fin de mantener una producción óptima. Estos valores de aplicación se calculan de acuerdo con las recomendaciones de un ingeniero agrónomo (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009).

Respuesta a la salinidad

El calabacín es una especie que se ha reportado como moderadamente tolerante a la salinidad, por lo que logra desarrollarse de manera adecuada en suelos con valores de 4 a 6 dS/m de conductividad eléctrica. Sin embargo, la germinación de la semilla se reduce de modo significativo, hasta en un 60 %, en suelos moderadamente (5 dS/m) y altamente salinos (10 dS/m), debido a la disminución en la disponibilidad de agua (Flores, 2005).

Es indispensable hacer el muestreo de suelos una vez al año, ya que la necesidad de fertilizantes en el cultivo de calabacín depende de la disponibilidad de

nutrientes, del contenido de materia orgánica y de la humedad del suelo, así como del cultivar, el rendimiento y la calidad que se esperan del cultivo.

Por tal razón, las aplicaciones de fertilizantes deben estar sujetas al resultado del análisis químico del suelo, los análisis foliares y las observaciones de campo. Una fertilización eficiente es la que se programa con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el contenido de elementos minerales del suelo, que es el que proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes para las épocas precisas de demanda del cultivo.

Un adecuado plan de nutrición se debe ajustar a los requerimientos del cultivar; las condiciones de fertilidad; la disponibilidad de los elementos en el suelo; el sustrato de crecimiento; la intensidad en el manejo del cultivo en términos de densidad de siembra; el control de variables climáticas, especialmente luz, temperatura y precipitación, así como a las expectativas de rendimiento por planta o por unidad productiva (Vallejo & Estrada, 2004).

El calabacín es una planta exigente en potasio, pero un exceso de este puede inducir una mayor absorción de magnesio, con el consiguiente desequilibrio carencial de este elemento. También es exigente en molibdeno (Mo), por lo cual es conveniente que, de 7 a 10 días después del trasplante, se haga un tratamiento foliar con molibdato de amonio, así como una aspersión en el semillero unos 2 o 3 días antes del trasplante (Serrano, Pretel, Martínez, Riquelme, & Romojaro, 1996).

No es fácil encontrar reportes de extracción de nutrientes específicos del calabacín, ni sobre niveles óptimos de fertilización para cultivos en Colombia. En Antioquia y Cundinamarca es frecuente la aplicación de correctivos al suelo: el 40 % de los productores lo hacen en el primer departamento y el 36 % en el segundo.

El producto más utilizado es la cal dolomita (el 25 % de los agricultores de los dos departamentos), seguido por la cal viva. En Antioquia, la aplicación de correctivos es más frecuente y utilizan más productos, como la cal viva y la cal quemada, que por lo general son aplicadas al voleo o en los surcos.

Aplicación de materia orgánica

En Cundinamarca, el 34,5 % de los productores aplica materia orgánica, mientras que en Antioquia lo hace el 27,27 %. El producto más utilizado en Antioquia es la gallinaza compostada, mientras en Cundinamarca es aquella sin compostar. La aplicación de abonos verdes no es frecuente en el cultivo de calabacín.

Experiencias llevadas a cabo en el CI La Selva de Corpoica, en Rionegro, Antioquia, reportaron buenos resultados con la aplicación antes de la siembra de cal dolomítica (de 80 a 120 g/planta), y materia orgánica (gallinaza bien compostada) (de 200 a 400 g/planta).

La fertilización con elementos mayores y menores debe realizarse 20 días después del trasplante, con dosis de entre 30 y 50 g/planta de fertilizantes tipo 10-30-10 o 15-15-15, entre otros, más una con elementos menores, en dosis de 5 g/planta (Jaramillo, Muñoz, & Zapata, 2001).

La planta de calabacín responde fácilmente a fertilizantes foliares, por lo que se pueden utilizar, si es necesario y los costos de producción lo ameritan; se recomienda una aplicación de productos con base en calcio (Ca) y boro (B) cada 20 días, para evitar posibles deficiencias, en especial la de calcio, que se manifiesta en la parte apical del fruto.

Rotación

La rotación también es importante en la planificación y el establecimiento de cultivos que pertenezcan a la familia de las cucurbitáceas. Para reducir los focos de infección de patógenos que causan enfermedades comunes y frecuentes en el calabacín, se requieren como mínimo tres tipos diferentes de especies, que no pertenezcan a la misma familia.

De igual forma, para aprovechar al máximo los nutrientes del suelo, deben intercalarse con cultivos que no interfieran con las primeras cosechas, así como

alternar cultivos de hoja con los de raíz, y los de raíz superficial con los de raíz profunda (Parsons et al., 1989).

El 29,09 % de los productores de ambos departamentos utilizan el calabacín como cultivo de rotación, práctica que es más frecuente en Cundinamarca, con un 21,82 %. La hacen principalmente con cebolla de bulbo, para aprovechar el área de siembra y los nutrientes residuales del cultivo anterior, mientras realizan el almácigo para el siguiente cultivo de cebolla. Estos datos corroboran que los agricultores siembran de acuerdo con la disponibilidad del terreno.

El calabacín puede rotarse con cultivos de hoja, como cilantro, perejil, apio, espinaca, acelga y lechugas foliares; con hortalizas de cabeza, como brócoli, coliflor, repollo y lechuga batavia, entre otras, y con hortalizas de raíz, como remolacha, zanahoria y arracacha.

Polinización

La polinización es fundamental en los procesos productivos y reproductivos, así como en la calidad de los cultivos. El servicio que prestan las abejas mediante la polinización en beneficio de los ecosistemas es de una magnitud enorme, calculada en más de 40 billones de dólares.

Más del 30 % de los alimentos consumidos por los humanos dependen de la polinización entomófila, pero uno de los principales problemas que enfrenta es el uso de agroquímicos. Los polinizadores que colectan el néctar de las flores de plantas asperjadas con pesticidas contaminan la miel y les provocan alteraciones metabólicas cuando la ingieren.

El envenenamiento de las abejas puede darse por contacto, por ingestión durante la visita a las flores o durante la fumigación. El pesticida afecta su sistema nervioso y causa la parálisis de las patas, las alas y el tracto digestivo. Por tal razón, el insecto no bebe agua ni se alimenta, y muere de hambre o por deshidratación.

Las abejas son responsables de la polinización de casi el 65 % de los cultivos comestibles (Manrique & Blanco, 2013). En los últimos años se ha estudiado el uso de meliponinos (abejas nativas sin aguijón), que polinizan algunas plantas que las abejas del género *Apis* rechazan, por su estructura o la concentración de azúcares o aromas de las plantas (Manrique & Blanco, 2013).

En las plantas de calabacín se observa una gran competencia por las flores entre abejas *Apis mellifera* y meliponinos, pero las primeras son más eficientes, a causa de su capacidad pecoreadora (recolección de polen) debida a su mayor tamaño y territorialidad.

Sin embargo, en el momento de colectar el polen, la actividad de las diferentes especies es complementaria, ya que los meliponinos finalizan la labor de polinizar y recoger el remanente de polen que las *A. mellifera* dejan en los pétalos de las flores (figura 36) (Manrique & Blanco, 2013).

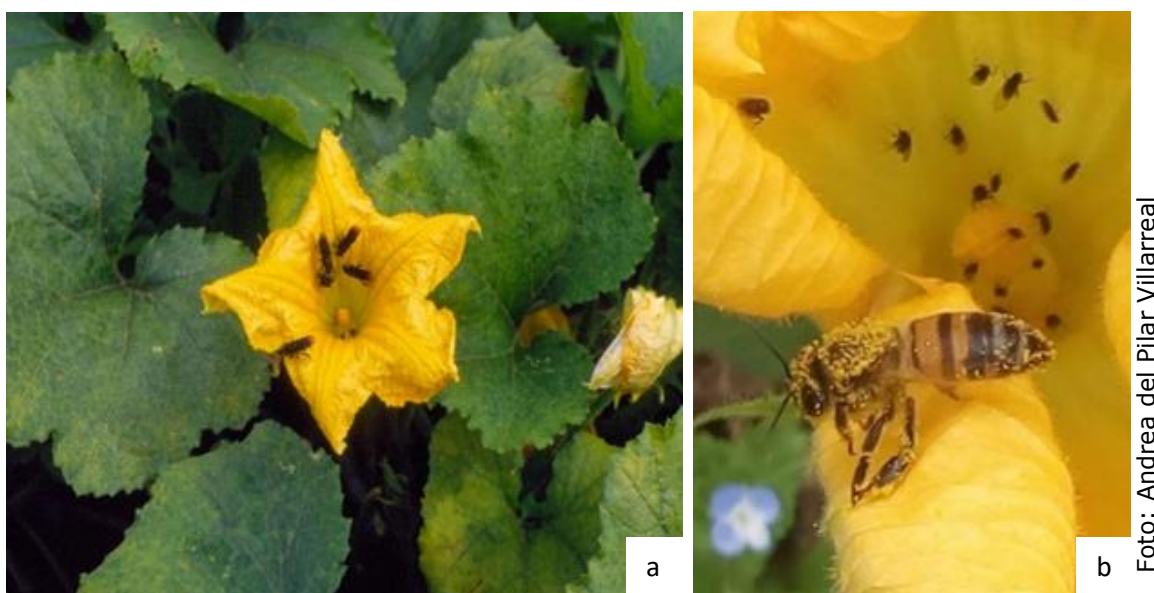


Figura 36. Polinización entomófila en calabacín. a. Abejas *Apis mellifera* y meliponinos visitando una flor femenina; b. Meliponinos dentro de una flor masculina y un individuo de *Apis mellifera* cargado de granos de polen en las vellosidades de su cuerpo después de visitar la flor.

Manejo y control de arvenses (malezas)

Como en cualquier cultivo hortícola, esta labor es esencial en el de calabacín, ya que evita la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio de crecimiento. Además, es sumamente importante recordar que las arvenses pueden ser fuentes de enfermedades y plagas. Un cultivo con alta cobertura de arvenses, debido a estrategias de manejo inadecuadas, puede presentar mermas importantes en la producción y la calidad de los frutos.

También puede ocurrir que la presencia de malezas cause que otras prácticas tecnológicas para atender el cultivo no den los resultados esperados, o que las hagan ineficientes o ineficaces. Por ejemplo, en muchos casos se utiliza una mayor cantidad de insecticidas y fungicidas, sin obtener el control esperado, y en ocasiones se puede intoxicar el cultivo.

Lo ideal es controlar las arvenses antes del trasplante, promoviendo su crecimiento con abundante riego, para luego aplicar un herbicida sistémico específico que garantice la eliminación del banco de semillas, de malezas del suelo cobertura (Arias, 2007). El uso de cobertura plástica (*mulch*) es una buena alternativa, y en la actualidad la mayoría de las compañías utilizan esta tecnología en la producción de calabacín (figura 37) (Arias, 2007), ya que, además de controlar malezas, ayuda a obtener una mejor distribución del agua en el perfil, protege el suelo de la erosión, entre otras (Flórez, 1986; Jaramillo et al., 2007).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 37. Siembra de calabacín con cobertura plástica.

Capítulo VI

Enfermedades asociadas al calabacín

El calabacín o zucchini (*Cucurbita pepo* L.) es una especie hortícola que se cultiva en Colombia, principalmente en el departamento de Cundinamarca, donde para el año 2017 se estimaron un área cosechada de 73 hectáreas, una producción de 710 toneladas y un rendimiento promedio de 9,73 t/ha (Agronet, 2017).

Principales enfermedades del calabacín

El calabacín es afectado sobre todo por enfermedades causadas por especies fitopatógenas de hongos y bacterias. También se reportan afecciones por patógenos del reino Stramenopila (Chromista), nematodos y virus.

Además, se presentan enfermedades abióticas, ocasionadas por eventos climatológicos, como fuertes granizadas, que rompen o lesionan los tallos y las hojas; el exceso de radiación solar, que produce lesiones de golpe de sol en los frutos; las deficiencias nutricionales, en especial la de calcio, y las fitotoxidades ocasionadas por herbicidas y otros agroquímicos, que causan disturbios en las plantas cuando no se toman las medidas adecuadas para su uso.

Principales afecciones ocasionadas por hongos

Alteraciones de las raíces, el cuello o la porción del tallo próxima al suelo

Pueden estar relacionadas con hongos que atacan estas partes de la planta. No obstante, existe una dificultad para diagnosticar las enfermedades que afectan el sistema radicular de las cucurbitáceas, debido a que las raíces son muy sensibles a las afecciones tanto parasitarias como abióticas, y la mayoría de estas ocasionan síntomas similares, que no permiten discernir fácilmente la causa del problema. Por lo tanto, los análisis de laboratorio son indispensables.

Patógenos como *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp. ocasionan pudriciones radiculares, pardeamientos y chancros en el cuello, tanto en semilleros como en plantas jóvenes y adultas. Las plantas afectadas pueden manifestar marchitamiento o amarilleamiento, que posteriormente conduce al secamiento y la muerte de las plantas (Blancard, Lecoq, Pitrat, & Javoy, 1996).

Alteraciones internas del tallo

Son causadas por patógenos que infectan los haces vasculares; entre estos, algunas formas especiales específicas de *Fusarium oxysporum* que ocasionan amarilleamiento y pardeamiento de estas estructuras, alterando los tejidos contiguos, en los cuales se manifiestan estos síntomas en la parte externa, de un lado del tallo, así como la presencia de gotas pequeñas de exudado pardo oscuro de aspecto gomoso, que puede conllevar el aplanamiento y la necrosis en un lado del tallo. Estos patógenos vasculares inducen en la planta amarilleamiento, marchitamiento y secamiento foliar (Blancard et al., 1996).

Manchas foliares por *Cercospora*

El hongo *Cercospora citrullina* produce en las hojas lesiones grisáceas de 0,5 a 10 mm de diámetro, con una forma entre redondeada e irregular. El patógeno también puede causar defoliación de la planta (Bernhardt, Dodson, & Watterson, 1988; Blancard et al., 1996).

Mildeo vellosa

Esta enfermedad, provocada por *Pseudoperonospora cubensis*, se manifiesta en las hojas con numerosas manchas angulosas, delimitadas por las nervaduras. Inicialmente, por el haz, las manchas son de color amarillo pálido, luego se tornan de color castaño y pueden unirse para generar áreas necróticas de gran tamaño.

En el envés de las hojas, y con mayor concentración cerca de las nervaduras, se presenta la esporulación del patógeno en forma de un moho fino de color gris violáceo, las hojas afectadas mueren unidas a la planta, levantadas y curvadas hacia el haz. Las plantas se atrofian y en consecuencia los frutos pierden calidad (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996).

Mildeo polvoso

La enfermedad, causada por *Sphaerotheca fuliginea*, se evidencia con la aparición, en las hojas, peciolo y tallos, de manchas redondeadas de color amarillo claro, sobre las que aparece un crecimiento blanco de aspecto pulverulento.

Las hojas afectadas se tornan cloróticas y pueden ser invadidas totalmente por el hongo, tanto por el haz como por el envés. Se tornan amarillas gradualmente, se debilitan y su vida útil se acorta. No es usual que los frutos sean atacados (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996; Reche, 1997).

Manchas foliares y lesiones en tallos y frutos por Phytophthora capsici

El patógeno *Phytophthora capsici*, actualmente clasificado como miembro del reino Stramenopila (Chromista) (Castaño, 2015), ataca el cuello de las plantas, así como sus tallos, hojas y frutos. Las lesiones foliares son oscuras, necróticas, a veces rodeadas con un halo amarillo, y pueden cubrir grandes extensiones de la hoja. Los pétalos y los frutos jóvenes son muy susceptibles, y en estos órganos el patógeno produce pardeamiento y necrosis.

En los tejidos afectados las lesiones son de apariencia húmeda, y a menudo se cubren de un micelio blanco y corto, y tienen una mayor prevalencia en temporadas de humedad alta o cuando se aplica riego por aspersión (Blancard et al., 1996).

Lesiones en tallos, peciolo, hojas y frutos

El hongo *Cladosporium cucumerinum* ataca tallos, peciolo, hojas y frutos. En los tallos produce lesiones de aspecto sarnoso que pueden llegar a estrangularlo. En las hojas, se presentan manchas angulosas de color pardo grisáceo que luego se necrosan. En los frutos inmaduros ocasiona manchas pequeñas de aspecto sarnoso y corchoso, en especial cuando los ataques del hongo ocurren en las primeras etapas de desarrollo.

Posteriormente, se forman tejidos cicatriciales que progresan en tamaño y ocasionan deformaciones en los frutos que afectan su calidad comercial. En condiciones de humedad alta, se desarrolla un moho verde oliva sobre las lesiones sarnosas (Blancard et al., 1996; Latorre, 1990; Reche, 1997).

Otros patógenos, como *Botrytis cinerea* y *Didymella bryoniae*, pueden afectar simultáneamente la misma planta y causan manchas en las hojas, con presencia de moho gris en el caso de *Botrytis*, y con pequeños puntos negros (picnidios) cuando la afección es causada por *Didymella*. En ambas enfermedades las lesiones se observan sobre todo en el borde del limbo foliar.

Estos patógenos también afectan los tallos, donde ocasionan chancros que se cubren de moho gris (*B. cinerea*), o lesiones negras de aspecto aceitoso, que exudan una sustancia gomosa de color ámbar, cuando el agente causal es *D. bryoniae*.

En los frutos, *B. cinerea* produce la pudrición de su extremo con presencia de moho gris, y *D. bryoniae* ocasiona pudrición negra con pinzamiento de la extremidad del fruto (Almodóvar, 2008; Blancard et al., 1996).

De otro lado, el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* causa la enfermedad llamada podredumbre blanca, que se manifiesta en los tallos, pedúnculos y frutos jóvenes, al reblandecer los tejidos infectados y causar un crecimiento blanco algodonoso sobre las lesiones, que corresponde al micelio del hongo, haciendo que el órgano afectado se pudra (Reche, 1997).

Alteraciones de flores y frutos

Hay varios patógenos que pueden alterar estas estructuras, y los más importantes son el hongo *Cladosporium cucumerinum*, y especies patógenas de los géneros *Pythium* (*P. aphanidermatum*, *P. ultimum* y *P. debaryanum*) y *Phytophthora* (*P. capsici* y *P. nicotianae*), que pueden atacar brotes tiernos y frutos jóvenes.

Estas enfermedades causan que los tejidos afectados tomen un aspecto húmedo y que sobre su superficie aparezca la esporulación de estos patógenos, que se caracteriza por ser blanca, corta, dispersa y de apariencia aterciopelada. En algunas ocasiones los tejidos también se arrugan.

Los ataques son frecuentes en la extremidad estilar (los pétalos parecen ser un buen sustrato para estos patógenos), en el pedúnculo y en el sitio de contacto

con el suelo húmedo. En zonas tropicales, *P. aphanidermatum* penetra en los frutos a través de heridas (Blancard et al., 1996).

Pudriciones húmedas de los frutos

Muchos microorganismos, solos o en asocio, pueden ocasionar pudriciones blandas y húmedas en los tejidos de los frutos verdes y maduros, especialmente durante el transporte o en almacenamiento.

Entre los agentes causales se encuentran bacterias pertenecientes a los géneros *Erwinia* y *Xanthomonas*, y numerosos hongos, como *Botrytis cinerea*, varias especies de *Fusarium*, mucorales como *Mucor* spp., *Rhizopus nigricans*, *Choanephora cucurbitae*, y varias pitiáceas, entre las que se destacan *P. aphanidermatum*, *P. ultimum* y *P. capsici*.

Estos microorganismos penetran los frutos a través de aberturas naturales (grietas de crecimiento) o de heridas causadas por insectos, daños mecánicos o microlesiones de la cutícula, ocasionan licuefacción de los tejidos internos y, en la parte externa del fruto, se observa la proliferación del crecimiento bacteriano y la esporulación de los hongos. Las pudriciones son favorecidas por condiciones de humedad alta, cultivos no tutorados o frutos sobremaduros (Blancard et al., 1996).

Enfermedades ocasionadas por bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares carentes de membrana nuclear, por lo tanto, las células están conformadas por citoplasma que contiene el material genético (ADN) y los ribosomas, a su vez el citoplasma está rodeado por una membrana o por una pared celular que le da la forma característica a la célula. Existen alrededor de 100 especies de bacterias fitopatógenas que causan varios síntomas de enfermedades en las plantas (Botero et al., 2013). Entre estas afecciones se destacan en calabacín las que se presentan a continuación.

Mancha angular de la hoja

Es causada por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, que produce en las hojas áreas pequeñas de aspecto húmedo, visibles por el envés, con

crecimiento angular y limitadas por las nervaduras de las hojas. Posteriormente, estas manchas se tornan de color marrón y presentan halos amarillos. Las lesiones progresan y el centro de las manchas se perfora, dando a la hoja un aspecto harapos, con numerosos orificios.

En los tallos, peciolo y frutos, las infecciones por esta bacteria producen áreas húmedas que progresan y se cubren con una costra blanquecina. Las infecciones tempranas en frutos pueden ocasionar deformaciones y favorecer el desarrollo de pudriciones suaves de los mismos.

La bacteria se transmite en la superficie de las semillas y en los restos vegetales abandonados en el suelo; esta penetra a través de las estomas en las hojas, por las lenticelas o por heridas en los frutos, y se dispersa por el salpique del agua (lluvias o riego por aspersión). Los principales factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad, además de la sensibilidad de las plantas al patógeno, son la humedad ambiental alta, acompañada de temperaturas entre 24 y 28 °C, y el exceso de fertilización nitrogenada (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996).

Pudrición bacteriana de los frutos

En condiciones de humedad alta, lluvias fuertes, inundación temporal del cultivo y temperaturas de alrededor de 22 °C, bacterias del género *Erwinia*, especialmente *Pectobacterium carotovorum* (sinónimo de *Erwinia carotovora*), pueden ocasionar pudriciones internas en los tallos, además de chancros externos de aspecto acuoso que se abren. Las lesiones en tallos y frutos son acuosas, blandas y malolientes. Al cortar los tallos es posible observar exudados bacterianos blanquecinos y viscosos.

Esta bacteria es polífaga, penetra por heridas e invade los tejidos de la planta, tiene una gran capacidad saprofítica y puede sobrevivir en suelo, agua, restos de cosecha y raíces de malezas (Blancard et al., 1996; Conabio, s. f.; Latorre, 1990). Después del ataque de esta enfermedad, la planta suele morir.

Enfermedades de origen viral

En general, estos patógenos ocasionan mosaicos y deformaciones en hojas y frutos. Pueden tener intensidades y aspectos diferentes, y no es posible identificar un virus en particular, solo presumirlo. Por lo tanto, es necesario el diagnóstico en un laboratorio especializado para su confirmación e identificación (Blancard et al., 1996).

El principal efecto de los virus radica en las alteraciones internas que estos patógenos causan a las plantas, en lo que se refiere a la reducción del crecimiento y la deformación de hojas y frutos, lo cual afecta la producción y hace perder valor comercial al producto (Reche, 1997). Los virus se transmiten principalmente a través de semillas contaminadas, insectos vectores y por contacto de plantas enfermas con plantas sanas.

El virus del Mosaico Amarillo del Calabacín (ZYMV) es el más perjudicial de los que afectan a esta especie, y se manifiesta con un mosaico generalizado, con pequeñas manchas angulosas en las hojas, deformaciones foliares, y frutos abullonados y con mosaico. Así mismo, el virus del Mosaico del Pepino (CMV) presenta un mosaico en manchas estrelladas y deformación del limbo foliar y de los frutos.

A su vez, el virus del Mosaico de la Sandía tipo 2 (WMV2) causa un moteado discreto en hojas jóvenes, el cual se difumina cuando incrementan su edad, así como manchas verdes en frutos de calabacín amarillo. Por su parte, el virus de las Manchas Anulares del Papayo (PRSV) ocasiona un mosaico de manchas irregulares con un ligero relieve, hojas filiformes que con frecuencia presentan un aspecto plateado, y frutos abullonados y con mosaico.

El control de las enfermedades virales es de carácter preventivo, y tiene como propósito evitar su llegada y establecimiento en la plantación. Por lo tanto, se recomienda el uso de semillas de buena calidad, desinfestar las herramientas de trabajo, hacer rotación de cultivos y controlar malezas hospedantes de virus e insectos vectores (moscas blancas, áfidos), entre otras estrategias (Reche, 1997).

Enfermedades asociadas a nematodos

Entre ellas se destacan las ocasionadas por *Meloidogyne* spp., que causa que las plantas afectadas presenten nudosidades o agallas en las raíces, inicialmente de color blanco nacarado, y que después se tornan pardas a medida que se produce una suberización. También exhiben clorosis, retrasos en el crecimiento, y algunas veces marchitamiento en las horas más calurosas del día, debido a que las malformaciones y los daños de las raíces dificultan la toma normal de agua y nutrientes, y la asimilación de los jugos celulares.

Los nematodos interactúan con otros organismos patógenos de manera activa como vectores de virus, o de manera pasiva, facilitando el ingreso de hongos y bacterias por las heridas que su aparato bucal ocasiona en la planta; también le inyectan sustancias tóxicas para facilitar la asimilación de los jugos celulares, de los cuales se nutren.

Estos patógenos se dispersan principalmente a través de material de propagación infectado, agua de riego contaminada, y por las labores culturales en las que se movilizan suelos o restos vegetales, o se usan herramientas o maquinaria que pueden acarrearlos (Infoagro, 2017; Reche, 1997).

Enfermedades abióticas o no parasitarias

La más común es el amarillamiento fisiológico del calabacín, que se caracteriza por la presencia de placas amarillas difusas en la lámina foliar de las hojas viejas, pero esta alteración no tiene consecuencias para el crecimiento ni el rendimiento de las plantas (Blancard et al., 1996).

Fitotoxicidad

Algunos herbicidas o mezclas de plaguicidas mal aplicados o sobredosificados alteran la actividad fotosintética de las plantas y pueden ocasionar amarillamiento, seguido de decoloración foliar, malformaciones, lesiones en la lámina foliar o acumulación en el borde del limbo foliar, donde ocasionan necrosis y afectan el desarrollo normal de las hojas (Blancard et al., 1996).

Anomalías de carácter genético (quimeras y máculas)

Se hace referencia a una quimera cuando la hoja presenta un sector blanco bien delimitado en el limbo foliar. Esta anomalía también puede producirse en tallos y frutos, y es el resultado de una mutación local que incide en la producción de clorofila y, por lo tanto, perturba la fotosíntesis en los tejidos afectados. Se presenta con mayor frecuencia cuando hay temperaturas bajas (Blancard et al., 1996).

Por su parte, las máculas son manchas angulosas y plateadas, que se observan en la lámina foliar, ocasionadas por el desprendimiento local de la epidermis, y el aire que se localiza entre esta y el parénquima origina el aspecto plateado. La frecuencia del disturbio varía con las condiciones climáticas y el genotipo del calabacín (Blancard et al., 1996).

Plateado del calabacín

Es una enfermedad atribuida a un compuesto tóxico que se transmite en la saliva de las ninfas de *Bemisia tabaci*, que induce el aclaramiento de nervaduras en las plantas. Luego, las hojas se tornan uniformemente plateadas por el haz, sin presentar ninguna deformación (Blancard et al., 1996).

Necrosis apical del fruto

En el extremo apical del fruto se desarrolla una lesión necrótica de color castaño oscuro, los tejidos se marchitan, y el daño progresa hasta que toda la porción apical del fruto se ennegrece y se pudre. A medida que el fruto crece, la pulpa se descompone cada vez a una mayor profundidad.

Este disturbio se atribuye a deficiencias de calcio, que se manifiestan cuando hay alternancia de periodos secos y húmedos, en los que se afecta la correcta movilización del elemento (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996).

Daños por granizo

Después de lluvias fuertes acompañadas de granizo, las plantas pueden presentar heridas en tallos, hojas, pedúnculos y frutos, producto de los impactos del granizo en los tejidos (Blancard et al., 1996).

Golpe de sol

Los frutos de las cucurbitáceas son muy delicados, y cuando son expuestos directamente a los rayos solares sufren deshidratación y quemaduras superficiales en la cara expuesta, y esas áreas adquieren el aspecto de papel blanco. Lo anterior es frecuente cuando las hojas que normalmente protegen los frutos han sido alteradas o eliminadas por alguna razón. Las lesiones ocasionadas por el sol pueden ser colonizadas por diversos microorganismos saprofitos, que originan pudriciones en los frutos (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996).

Deficiencias de polinización o corrimiento de frutos

En las variedades monoicas, para el cuajamiento de los frutos las flores femeninas deben ser polinizadas, pero, cuando hay ausencia de polinizadores o de flores masculinas, se presenta el disturbio, que se manifiesta con ausencia de desarrollo y caída de flores, amarilleamiento de los esbozos de frutos, y el fruto inmaduro se vuelve marrón y se encoge, empezando por la región apical (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996).

Principales enfermedades del calabacín en Colombia

Cuando se hace una revisión de la literatura acerca de las enfermedades que afectan este cultivo en Colombia, se reportan las siguientes: el *damping-off* (marchitamiento fúngico), ocasionado por uno o varios patógenos de un complejo fungoso que involucra a *Pythium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium* sp.; el moho gris, causado por *Botrytis cinerea*; la pudrición blanca, producida por *Sclerotinia* sp. (ICA, 2012), y la cenicilla, ocasionada por *Erysiphe cichoracearum* (anamorfo: *Oidium asteris-punicea*) (Buriticá, 1999).

En lo que se refiere a bacterias, se encuentran afecciones por la pudrición blanda o suave, cuyo agente causal es *Pectobacterium carotovorum* (sinónimo de *Erwinia carotovora*) (ICA, 2012). En cuanto a virus, se menciona el del mosaico de las Cucurbitáceas (*Cucumber mosaic cucumovirus* [CMV]) (Buriticá, 1999).

Actualmente, el país carece de estudios actualizados de diagnóstico y reconocimiento de enfermedades en el calabacín, de investigaciones en epidemiología, y de determinación de niveles de daño, umbrales de acción y cuantificación de pérdidas por las diferentes enfermedades, que permitan avanzar de manera segura y sistemática en el manejo integrado de los problemas sanitarios.

En la práctica, el manejo de las enfermedades del calabacín se lleva a cabo mediante la aplicación de los fundamentos básicos de la fitopatología y el uso de métodos y prácticas de control tomados de la revisión de literatura para patologías similares, que se presentan en otros cultivos, o de la experiencia de los productores.

A continuación, se describen e ilustran los síntomas de las principales enfermedades del calabacín en Colombia, y se formulan recomendaciones, con el fin de orientar a los asistentes técnicos y a los agricultores en la toma de decisiones para la implementación de las medidas de manejo integrado de las principales afecciones de este cultivo en nuestro país.

Enfermedades ocasionadas por hongos

Los hongos son organismos muy diversos, carecen de clorofila y de tejidos conductores, y su cuerpo está formado por una serie de filamentos o tubos llamados micelios. Se reproducen de forma sexual y asexual, dando origen a estructuras denominadas conidias, esporas que son los propágulos por medio de los cuales se reproducen muchos hongos.

Estos organismos pueden causar enfermedades a los humanos, a las plantas y a los animales (Castaño, 2015; Castaño & Del Río, 1997). Se estima que existen alrededor de 1.500.000 especies de hongos, de las cuales se han descrito 80.000, y de estas se conocen unas 8.000 que causan aproximadamente 80.000 enfermedades a las plantas (Castaño, 2015). A continuación, se exponen las principales enfermedades ocasionadas por hongos que afectan el calabacín en Colombia.

Damping-off

Esta enfermedad es causada por un complejo de especies de patógenos que puede estar integrado por *Pythium* sp., *F. oxysporum*, *F. solani*, *R. solani* o *Sclerotium* sp. (ICA, 2012).

Síntomas

El *damping-off* se manifiesta principalmente en los semilleros y en las plántulas jóvenes establecidas en el campo, y puede ser causado por uno o varios de los microorganismos mencionados. Los hongos, habitantes del suelo, pueden ocasionar una destrucción de tejidos antes de la germinación de las semillas, durante la emergencia de la radícula, antes de que el hipocótilo haya llegado a la superficie del suelo, o después de la emergencia de la plántula.

Los síntomas en plantas jóvenes consisten en la pudrición de las raíces y de la base del cuello, lo cual impide la circulación de agua y savia, y, en consecuencia, las plantas afectadas manifiestan amarillamiento y marchitamiento, luego se colapsan y mueren después de un corto periodo (ICA, 2012; Reche, 2000).

Los hongos causantes de la enfermedad viven en el suelo de manera saprofita, y pueden formar estructuras de resistencia (esclerocios o clamidosporas) que les permiten sobrevivir durante largos periodos (ICA, 2012). En los cultivos de calabacín visitados, los agricultores entrevistados establecen en el campo las plántulas con edades de entre 15 y 35 días, o realizan la siembra de las semillas directamente en el campo, donde sufren afecciones por patógenos habitantes del suelo.

En aquellos establecidos en Cundinamarca, el 23 % de los productores entrevistados manifestó haber observado afecciones por marchitamiento de las plantas con lesiones radiculares.

Los análisis de laboratorio realizados a las muestras colectadas permitieron detectar la presencia de *Fusarium* sp., asociado a pudrición de raíces y cuello (figura 38a), con expresión de marchitamiento en el área foliar (figura 38b). En ninguno de los cultivos visitados en Antioquia se observó la enfermedad y los agricultores consultados tampoco la reportaron.

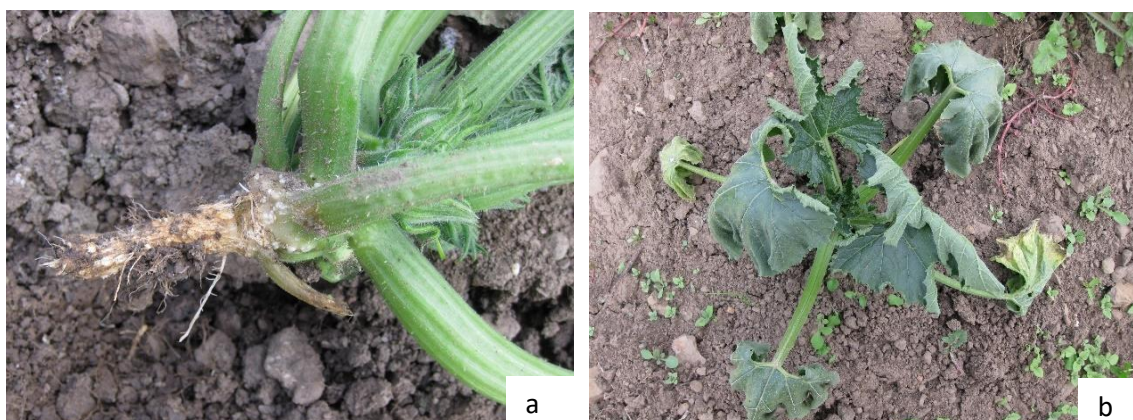


Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 38. Síntomas de afecciones radiculares por patógenos del suelo. a. Destrucción de raíces y tejidos de la base del cuello; b. Marchitamiento por afección radicular.

Condiciones que favorecen su desarrollo

La afección prevalece en semilleros con una alta densidad de plántulas, suelos con mal drenaje, estructura pobre, exceso de irrigación o lluvias intensas y deficiente aireación, suelos o sustratos contaminados o con una desinfestación inapropiada, o semillas de mala calidad fitosanitaria, que pueden estar infectadas por los patógenos causantes de la enfermedad (Bernhardt et al., 1988; ICA, 2012; Latorre, 1990).

Manejo integrado

El manejo integrado de esta enfermedad se fundamenta en la implementación de medidas culturales y químicas, que incluyen: desinfestación de bandejas, herramientas y sustratos; solarización de suelos, si la siembra es directa; uso de material de siembra de buena calidad; restricción de la densidad de las siembras; ubicación del semillero en condiciones que permitan la rápida emergencia y crecimiento de las plántulas; control de excesos de agua y buen drenaje en el lote, y realización de riegos cortos, según el requerimiento del cultivo, a primera o última hora del día (Bernhardt et al., 1988; ICA, 2012).

Tradicionalmente, la desinfección de semilleros se realiza con productos químicos a base de dazomet, cloropicrina, metilisotiocianato y dicloropropano, que en la

actualidad están prohibidos o tienen un uso restringido en otros países, debido a su toxicidad alta y un efecto negativo para el ambiente (Jaramillo & Ríos, 2007).

En el marco de las actuales tendencias de producción limpia de hortalizas, se ha venido incursionando en el uso de solarización, biocontroladores, micorrizas e inductores de resistencia, entre otras medidas, que pueden ayudar a disminuir la incidencia en los semilleros de enfermedades producidas por patógenos habitantes del suelo (Osorio, Martínez, Rodríguez, & Borrero, 1998).

En el estudio realizado para la construcción de esta publicación, se encontró que en Cundinamarca el 73 % de los productores entrevistados tratan el sitio de la semilla sembrada con insecticidas, en su mayoría con ingredientes activos como clorpirifós, carbosulfan y dimetoato, y fungicidas a base de carbendazim, tiabendazol, captan y yodo.

En Antioquia, el 17 % usa productos a base de *Trichoderma*, carbendazim y fosfitos; el resto de los agricultores no realizan tratamiento de semillas, porque compran las plántulas en empresas plantuladoras.

Moho gris (botritis)

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Botrytis cinerea* (ICA, 2012; Reche, 1997).

Síntomas

El hongo infecta principalmente los frutos y los peciolo de las hojas. En la mayoría de los casos, la enfermedad se produce a partir de las flores marchitas, que contienen el inóculo del hongo (figura 39a). Sus pétalos se adhieren al fruto en su extremo apical, donde se convierten en un sustrato alimenticio ideal, que permite la instalación del hongo en el ápice de los frutos y el inicio de los procesos de infección. El fruto infectado se ablanda, se necrosa y se cubre de un moho gris, que corresponde a la esporulación del hongo (figura 39b) (Blancard et al., 1996; Reche, 1997, 2000).

En el trabajo de campo realizado para este estudio, la enfermedad solo se observó en Antioquia, donde el 8 % de los productores entrevistados reportaron su presencia en los cultivos de calabacín. Las muestras colectadas se procesaron

en laboratorio y el diagnóstico se confirmó mediante la observación de síntomas y signos compatibles con moho gris y *Botrytis* sp., respectivamente.



Foto: Alegría Saldamiga Cardona

Figura 39. Síntomas de moho gris en flores y frutos. a. Flor afectada; b. Fruto afectado, con esporulación de *Botrytis* sp. en área necrótica.

Según Blancard y sus colaboradores (1996), en condiciones de humedad alta el hongo puede ocasionar daños en tallos y hojas, especialmente sobre heridas y en tejidos senescentes de flores, a nivel de la cicatriz estilar del fruto. En los peciolo y en las hojas afectadas se presentan lesiones pardas (Infoagro, 2017; Reche, 2000).

Condiciones que contribuyen a su desarrollo

La afección es favorecida por condiciones de humedad relativa alta, superior al 80 %, temperaturas entre 20 y 25 °C, exuberancia vegetal, aireación deficiente en la plantación, contacto de los frutos con el suelo y exceso de fertilización nitrogenada (Bernhardt et al., 1988; Reche, 2015).

Las lesiones o heridas en la planta favorecen la infección, colonización y multiplicación del hongo (ICA, 2012; Reche, 2000). Los pétalos infectados y los frutos esporulados son fuentes de inóculo, que desprenden grandes cantidades de conidias que son diseminadas por el viento, el agua, la salpicadura de agua de lluvia, las herramientas o elementos empleados durante las labores en el cultivo y por las personas que se desplazan en la plantación.

Las esporas se posan en los diferentes órganos de la planta y pueden iniciar procesos infectivos en las flores (ICA, 2012; Infoagro, 2017). El hongo puede invernar como micelio y como esclerocio en el suelo, en los residuos de cosecha y en vegetales infectados (ICA, 2012; Reche, 1997, 2000).

Manejo integrado

Para el manejo integrado de esta enfermedad se deben considerar los siguientes puntos:

- Usar semillas certificadas.
- Establecer el cultivo en suelos con buen drenaje, preferiblemente de texturas francas.
- Evitar el exceso de humedad en la plantación, mediante el establecimiento del cultivo con distancias de siembra adecuadas, que permitan la circulación del aire y realizar drenajes y control de malezas.
- No excederse en la aplicación de nitrógeno.
- Procurar no causar heridas a las plantas, ya que pueden ser un punto de ingreso del hongo.
- Hacer un uso adecuado y eficiente del riego.
- Realizar la cosecha oportunamente.
- Eliminar las plantas muertas y los residuos de cosecha.
- De ser necesario, y con orientación técnica, se puede recurrir a la aplicación de productos biológicos a base de *Trichoderma harzianum* o químicos. Para el control de esta enfermedad en cucurbitáceas, se recomiendan fungicidas a base de carbendazim, benomil, iprodione, tebuconazol, mancozeb, mancozeb + metil tiofanato, carbendazim + dietofencarb, diclofluanid + tebuconazol y mancozeb + metil tiofanato (ICA, 2012, 2018; Infoagro, 2017; PLM, 2012, 2016; Reche, 1997, 2000).

Cenicilla o mildew polvoso

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Erysiphe cichoracearum* (anamorfo: *Oidium asteris-punicea*) (Buriticá, 1999).

Síntomas

La cenicilla o mildew polvoso se manifiestan principalmente en los tallos, pedúnculos y hojas, donde el crecimiento del patógeno se observa tanto por el haz como por

el envés, en forma de manchas redondeadas que se cubren de un micelio blanco de aspecto pulverulento (figura 40). Las manchas progresan en su tamaño, se unen y pueden llegar a cubrir toda la hoja. Cuando el ataque es intenso, las hojas se amarillean, se secan y se caen (Reche, 1997, 2000).

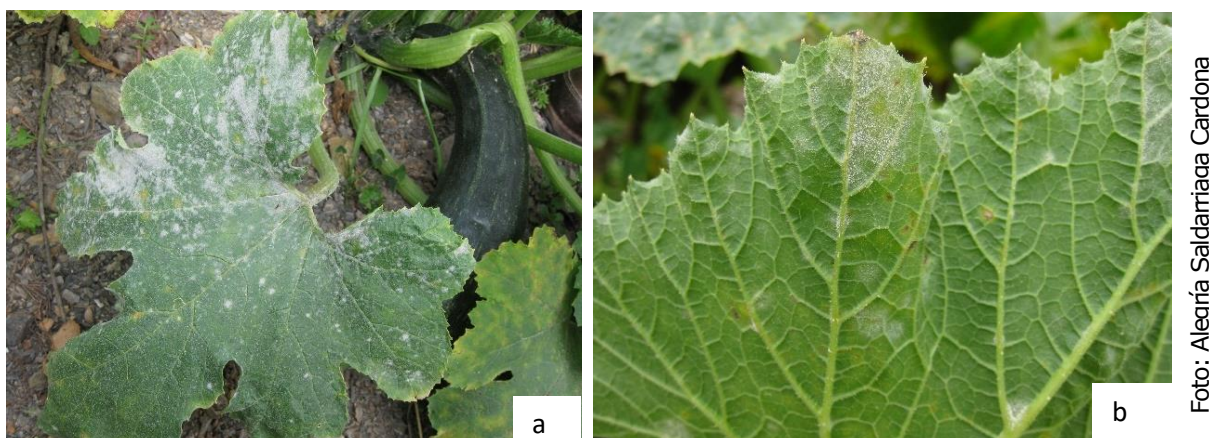


Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 40. Síntomas de cenicilla en las hojas. a. Manchas pulverulentas dispersas en el haz de la hoja; b. Crecimiento y esporulación del hongo por el envés de la hoja.

Condiciones que favorecen su desarrollo

Aunque las esporas del hongo no son exigentes en agua para germinar, los excesos de humedad favorecen la enfermedad (Reche, 1997). En el trabajo de campo realizado en cultivos de calabacín, en Antioquia el 60 % de los productores manifestaron sufrir afectaciones en el cultivo a causa de la cenicilla, y en Cundinamarca el 73 % mencionaron la presencia de la enfermedad en el cultivo.

Manejo integrado

Es necesario evitar encharcamientos en la plantación, así como excesos de riego (Reche, 1997). Reche (2000) indica que, cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad, se deben hacer aplicaciones de fungicidas a base de azufre, benomil, bupirimato, ciproconazol, dinocap y tridemorf, entre otros.

Para el manejo de la enfermedad, la empresa Syngenta (2012) relaciona las variedades de calabacín verde con resistencia a esta enfermedad, Cronos,

Agatha, Naxos y Vitulia; Mikonos, con resistencia intermedia, y el calabacín blanco Sabra, con resistencia alta.

Enfermedades ocasionadas por bacterias

Las bacterias son organismos que se caracterizan por ser unicelulares, microscópicos, móviles, sin núcleo diferenciado, carentes de clorofila y de reproducción asexual. La mayoría de las bacterias fitopatógenas tienen forma de bastón. Se han identificado alrededor de 200 especies, en 45 géneros que ocasionan enfermedades en plantas.

Estos patógenos toman de la planta parasitada los azúcares, sustancias nitrogenadas y compuestos carbonados necesarios para su desarrollo y reproducción. Suelen atacar todos los órganos de la planta, aunque su manifestación más notable es en los frutos y en las hojas, donde ocasionan síntomas como manchas, pudriciones y marchitamientos.

Las bacterias no son capaces de perforar los tejidos de la planta; por lo tanto, su ingreso ocurre por aberturas naturales, como los estomas, o por heridas realizadas durante las labores culturales, como las podas. A su incremento contribuyen condiciones de humedad alta, temperaturas entre 20 y 35 °C, presencia de insectos que acarrean el inóculo y heridas en las plantas (Castaño & Del Río, 1997; Reche, 1997).

Pudrición blanda o suave

Es causada por *Pectobacterium carotovorum* (sinónimo de *Erwinia carotovora*) (ICA, 2012), y es la enfermedad de origen bacteriano de la que hay referencias en la producción de calabacín en Colombia.

Síntomas

El patógeno se manifiesta en los tallos mediante una pudrición blanda y el oscurecimiento de los haces vasculares; también se presentan pudriciones internas con chancros externos de aspecto acuoso, que se abren y son malolientes. En los frutos se observan lesiones blandas y acuosas que

desprenden mal olor y que progresan con rapidez hasta pudrir completamente el fruto (Bernhardt et al., 1988; Reche, 1997).

Durante el trabajo de campo, solo en dos fincas de Antioquia se observó la existencia de frutos afectados por pudrición blanda (figuras 41a y 41b), con olor fétido, licuefacción, degradación total del tejido interno y vaciado del contenido (figura 41B). En este departamento, el 52 % de los productores entrevistados manifestaron haber observado pudriciones de los frutos del calabacín.



Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 41. Síntomas de pudrición blanda en frutos. a. Fruto con pudrición blanda y acuosa; b. Fruto con pudrición blanda, licuefacción y derrame del contenido interno, con olor fétido.

Condiciones que favorecen su desarrollo

Condiciones de humedad y temperaturas altas, cultivos inundados y lesiones en la planta contribuyen en el desarrollo de la enfermedad. La bacteria sobrevive en el suelo y en restos vegetales. Penetra por las heridas ocurridas en la poda de hojas, el aclareo o la recolección de frutos, y puede invadir los tejidos de la planta (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996; Latorre, 1990; Reche, 1997).

Manejo integrado

El manejo de las enfermedades de origen bacteriano se fundamenta en la prevención, ya que, una vez instalada la enfermedad en el cultivo, los métodos de control no son muy efectivos. Se recomienda el uso de semillas de buena

calidad; reducir en lo posible las heridas o lesiones en las plantas; desinfectar las manos, herramientas y elementos de trabajo que se usan en el cultivo; erradicar y destruir plantas afectadas y los restos vegetales contaminados; evitar los excesos de humedad en la plantación; no excederse en los fertilizantes nitrogenados, y enfriar los frutos inmediatamente después de la cosecha.

No obstante, la eliminación de los frutos podridos y la aplicación de fungicidas a base de cobre ayudan en el manejo de la enfermedad (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996; Reche, 1997).

Enfermedades ocasionadas por virus

Los virus son pequeños agentes infecciosos, visibles solo con microscopio electrónico. Para desarrollarse y multiplicarse, requieren células vivas de plantas, a las cuales parasitan y les inducen alteraciones internas, que se manifiestan en síntomas como reducción de la tasa de crecimiento, deformaciones en los diferentes órganos, clorosis, amarillamientos, moteados, mosaicos y abullonado de frutos, entre otros.

Un virus puede infectar desde una hasta cientos de especies diferentes de plantas, y una planta puede ser atacada por uno o varios virus. La mayoría de ellos llegan a estas a través de semillas infectadas por insectos vectores como moscas blancas, áfidos o pulgones, que se alimentan en plantas enfermas y después los transmiten a plantas sanas. También puede llegar por el contacto de plantas enfermas con sanas, lo que puede ocurrir cuando estos dos tipos de plantas tienen roces, o cuando los operarios realizan labores de podas, deshojes y cosecha, y entran en contacto con plantas enfermas y sanas sin las debidas precauciones (Castaño & Del Río, 1997; Reche, 1997).

Virus del mosaico de las cucurbitáceas

Es conocido como el *Cucumber Mosaic Cucumovirus* (CMV) (Buriticá, 1999) y es la enfermedad de origen viral acerca de la que se encuentran referencias relacionadas con la producción de calabacín en Colombia.

Síntomas

Las plantas afectadas manifiestan reducción de la tasa de crecimiento y acortamiento de entrenudos, y las hojas más jóvenes se arrugan, presentan arrosamiento, moteados, mosaicos, deformaciones y enrollamiento. Los frutos se deforman, se tornan rugosos, presentan mosaicos y crecen poco (Bernhardt et al., 1988; Reche, 1997).

Durante el trabajo de campo, no se observaron síntomas compatibles con esta enfermedad en los cultivos visitados en Antioquia y Cundinamarca. Sin embargo, el 4% de los productores entrevistados en Antioquia y el 13% de los de Cundinamarca manifestaron haber tenido virus en los cultivos de calabacín. Posiblemente, las afecciones por virus son poco comunes, poco reconocidas por los agricultores, o pueden ser confundidas con daños ocasionados por toxicidades.

Condiciones que favorecen su desarrollo

El virus posee una gama amplia de hospedantes, más de 700 especies botánicas, entre los que se encuentran ornamentales, malezas, además de algunas especies cultivadas en las que sobrevive el patógeno y, a partir de estas, insectos como los áfidos *Aphis gossypii* y *Mizus persicae* lo pueden transmitir de modo no persistente. Así mismo, los operarios pueden dispersar el virus de una planta a otra durante la cosecha.

En tales circunstancias, la presencia de plantas hospedantes e insectos vectores, y la falta de medidas preventivas al realizar la cosecha constituyen condiciones que favorecen el desarrollo de epidemias (Bernhardt et al., 1988; Blancard et al., 1996; Reche, 1997).

Manejo integrado

El control de insectos vectores, la erradicación de plantas enfermas y el control de malezas son fundamentales (Bernhardt et al., 1988; Reche, 1997). Sin embargo, Blancard y sus colaboradores (1996) mencionan que ninguna medida es curativa, y que la erradicación en plantas enfermas es poco exitosa, ya que la expresión de los síntomas ocurre tras un periodo de incubación de una o dos semanas y, además, el modo de transmisión y la eficacia de los áfidos vectores hacen poco eficientes estas medidas, pues el vector es capaz de adquirir el virus

de una planta enferma y transmitirlo a una sana durante picaduras muy breves, del orden de segundos.

En calabacín, este virus parece no transmitirse por semilla. Se recomienda el uso de variedades resistentes o tolerantes y, con carácter preventivo, proteger los semilleros con mallas, controlar malezas y vectores para eliminar fuentes de inóculo, acolchar los cultivos con plástico para alejar áfidos, y no establecer cultivos tardíos cerca de los precoces, para evitar contagio (Blancard et al., 1996).

Otras patologías observadas

A continuación, se relacionan algunos disturbios observados en este trabajo, pero no reportados en referencias bibliográficas nacionales.

Lesiones foliares

Durante la ejecución del trabajo de campo, en los predios de los productores se observó una serie de lesiones foliares irregulares, de color castaño con halo amarillo, dispersas en la lámina foliar, con crecimiento anguloso, limitado por las nervaduras (figura 42a). Las manchas aparecen inicialmente en las hojas más viejas, y van colonizando la lámina foliar hasta comprometer áreas grandes del tejido, que pueden llevar a la necrosis de la hoja, la cual se seca adherida a la planta.

La enfermedad progresa y puede invadir las hojas jóvenes. Las plantas afectadas pierden área foliar, su vigor disminuye y sus frutos son de menor tamaño. Las muestras foliares analizadas en el laboratorio permitieron detectar un crecimiento micelial de color violáceo en el envés de las hojas, y con el microscopio de luz se observó la presencia de estructuras compatibles con el patógeno *Pseudoperonospora* sp. (figura 42b).

Cabe resaltar que no se han realizado los estudios de patogenicidad con los respectivos reportes de este patógeno para Colombia. Los síntomas de esta enfermedad se observaron en todos los cultivos visitados en Antioquia y Cundinamarca. A pesar de la quemazón de las hojas, más del 91 % de los

agricultores entrevistados no realizan podas sanitarias, y en Cundinamarca ninguno las hace.

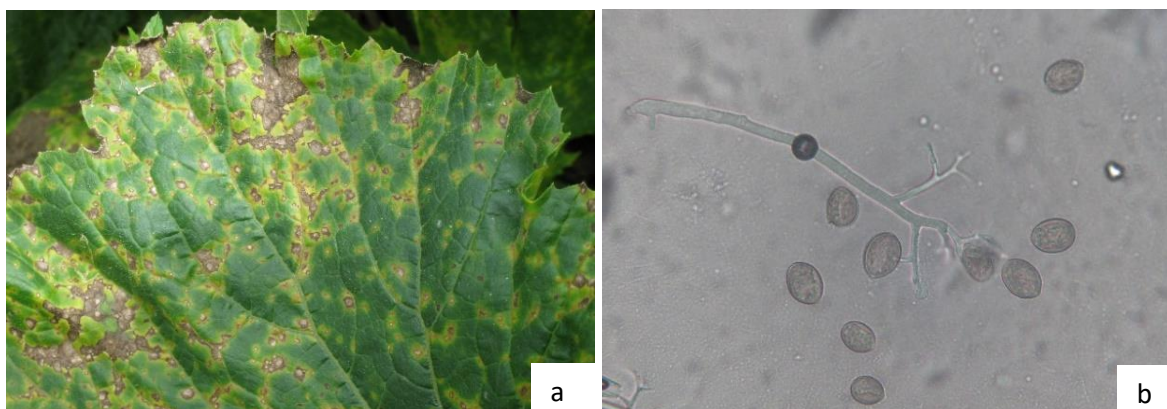


Foto: Alegria Saldarriaga Cardona

Figura 42. Síntomas de lesiones compatibles con mildew veloso. a. Manchas foliares irregulares; b. Esporangióforos y esporangios compatibles con *Pseudoperonospora* sp.

En Antioquia, el 4 % de los productores visitados reconocen la presencia de la enfermedad y la denominan mildew veloso. En las condiciones del C. I. La Selva de AGROSAVIA, en Rionegro, esta enfermedad fue la más prevalente en un cultivo experimental de calabacín, durante la temporada lluviosa de 2017. En Cundinamarca ninguno de los agricultores mencionó la enfermedad.

Necrosis apical del fruto, por posible deficiencia de calcio

En las inspecciones de campo de los cultivos de calabacín, tanto en Antioquia como en Cundinamarca, se observó presencia de frutos con necrosis apical, que avanza y compromete todo el fruto (figura 43a).

Los estudios de laboratorio de las muestras no evidenciaron un crecimiento de patógenos (figura 43b), por lo cual se presume que la lesión puede estar relacionada con la deficiencia de calcio. La pudrición apical de los frutos fue referida por el 67 % de los productores entrevistados en Antioquia, y en Cundinamarca por el 50 %.

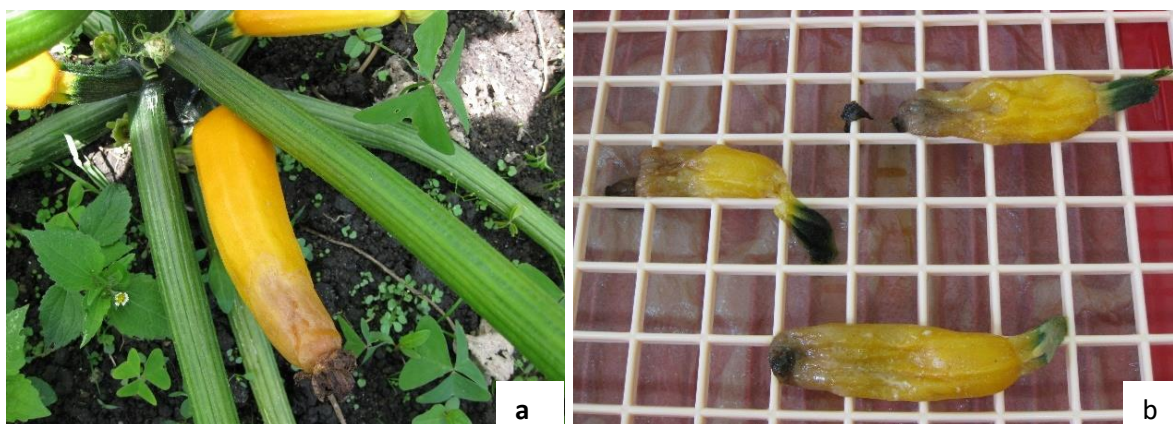


Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 43. Necrosis apical del calabacín. a. Síntomas de la enfermedad; b. Cámara húmeda en laboratorio sin crecimiento de patógenos.

Daños asociados al uso inadecuado de agroquímicos

En algunos cultivos, principalmente en Cundinamarca, se observaron plantas con quemazones y deformaciones foliares (figura 44). En ellos, los agricultores aplican mezclas de diferentes productos insecticidas y fungicidas para el control simultáneo de plagas y enfermedades. En Antioquia el 65 % y en Cundinamarca el 89 % de los entrevistados recurren a esta práctica. También aplican herbicidas a base de linurón y glifosato, entre otros.

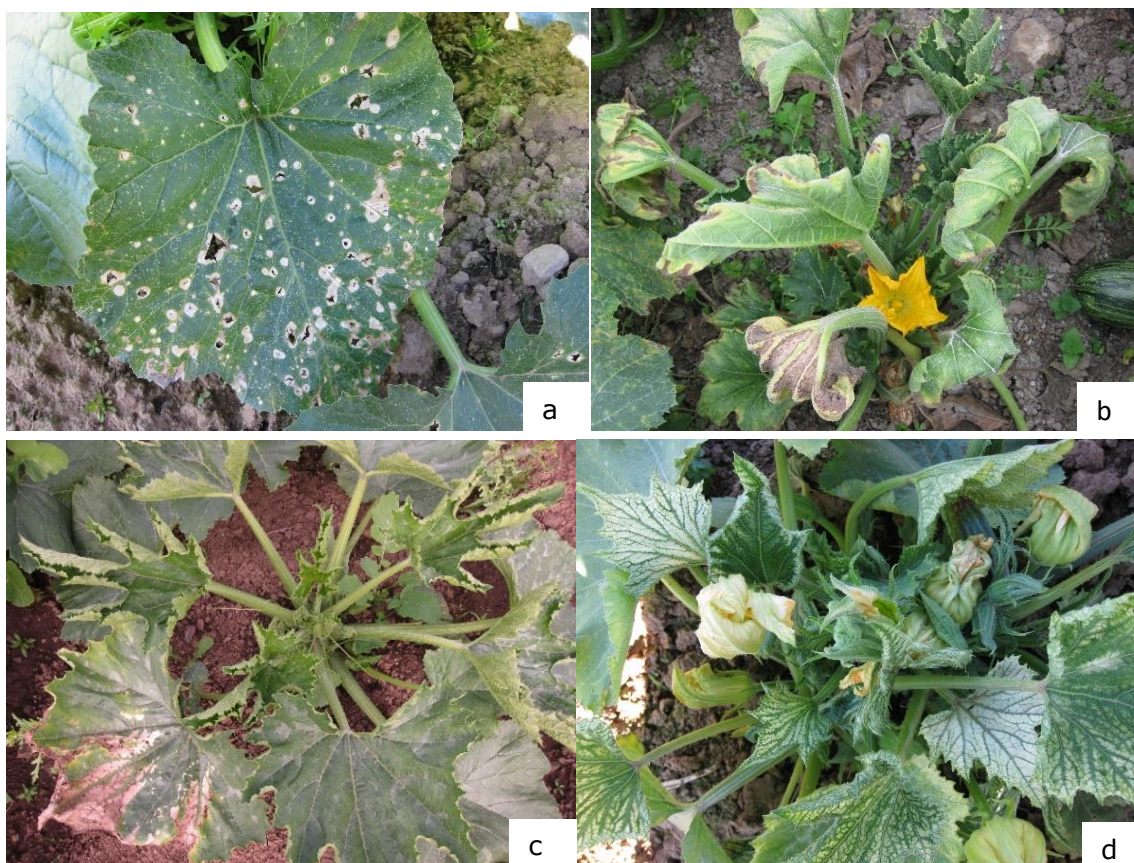


Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 44. Daños asociados al uso inapropiado de agroquímicos. a. Lesiones foliares sin un microorganismo asociado; b. Quemazón y deformación foliar; c. Deformación de las hojas jóvenes; d. Blanqueamiento intervenal con deformación foliar y floral.

Golpe de sol

En plantas que por algún motivo han perdido follaje y sus frutos quedan expuestos a la radiación solar directa, se puede observar una decoloración en el punto que recibe la mayor radiación (figura 45).



Foto: Alegría Saldaña Cardona

Figura 45. Daño por radiación solar directa (golpe de sol). a. Fruto de calabacín afectado por golpe de sol. b. Detalle de la lesión.

Este disturbio es poco común y solo se observó en un cultivo en el departamento de Cundinamarca. La escasa ocurrencia de este daño puede deberse a que solo el 28 % de los productores entrevistados hacen podas de hojas, y más del 70 % no realizan ni siquiera las podas sanitarias.

Enfermedades observadas en poscosecha

Frutos de calabacín procedentes de Antioquia y Cundinamarca fueron conservados en las condiciones ambientales del laboratorio de fitopatología del CI La Selva (temperatura media de 21 °C y 75 % de humedad relativa), para realizar una observación de daños y enfermedades.

En estas circunstancias, los frutos empezaron a manifestar crecimientos fungosos después de 13 días de permanencia en el laboratorio. Estos crecimientos se iniciaron en el pedúnculo y en el área cercana a este, así como en los puntos donde los frutos tenían daños físicos, producto del acarreo y la manipulación (figura 46a). Posteriormente, colonizaron áreas grandes del fruto (figura 46b).

En el laboratorio se observaron hongos compatibles con los géneros *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. Algunos frutos también presentaron crecimientos bacterianos y arrugamientos por deshidratación.



Foto: Alegría Saldarriaga Cardona

Figura 46. Frutos bajo observación en laboratorio, conservados a 21 °C y 75 % de humedad relativa durante 15 días. a. Crecimientos fungosos en el pedúnculo y áreas lesionadas. b. Amplia colonización de los frutos por diferentes hongos.

McCollum (2016) afirma que las pérdidas poscosecha son causadas por la combinación de las enfermedades, el daño físico y el estrés por frío. Numerosos hongos y bacterias afectan al calabacín durante el transporte y el almacenamiento, entre los que se encuentran *Alternaria alternata*, *Colletotrichum* spp., *Cladosporium* sp., *Didymella* sp., *Rhizopus* sp. y *Pythium* sp.

De igual forma, se han identificado dos especies de *Pectobacterium* causantes de pudriciones blandas en *Cucurbita pepo* a saber: *P. chrysanthemi* y *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Luna, Toledo, & Iglesias, 2009).

Capítulo VII

Manejo integrado de plagas

El desarrollo de un plan de manejo de plagas requiere no solo tener conocimiento acerca de las plagas y los aspectos agronómicos, sino también sobre las interacciones que se dan en la dinámica de poblaciones de los organismos del agroecosistema. Algunos de los criterios que se deben tener en cuenta para un adecuado manejo integrado de plagas son los siguientes:

- Conocimiento de los ciclos de vida de las plagas y sus enemigos naturales.
- Número total de generaciones que se dan en un año o en un ciclo de cultivo, y ubicación de cada una de las fases.
- Tipo y forma de alimentación.
- Tipo de daño que produce en la planta.
- Rata de reproducción.
- Conocimiento acerca de los hospederos vegetales y las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo (Cisneros, 1980; Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007; Mesa, 2001).
- Alternativas de control disponibles.
- Umbral o nivel de daño económico.

El amplio consumo de plaguicidas (en la mayoría de los casos excesivo e irracional), incrementa los costos de producción, y por lo general no se obtiene el propósito buscado, por el contrario, se originan otros problemas secundarios graves (Mesa, 2001).

Esta situación ha causado la aparición cada vez más frecuente de insectos plaga resistentes a los insecticidas, la destrucción de sus enemigos naturales, la reducción de la biodiversidad, el desequilibrio ecológico y la contaminación ambiental por acumulación de pesticidas en el suelo, las aguas, el aire y en los productos agrícolas y pecuarios (Jaramillo et al., 2007).

Dado lo anterior, dentro de un plan de manejo de plagas del calabacín se deben considerar estrategias alternativas, como el control biológico y físico, las

prácticas culturales o cualquier otro método, que contribuyan a reducir las poblaciones de plagas hasta niveles no perjudiciales.

Es necesario tener en cuenta que estas actividades se deben realizar antes, durante y después del cultivo, y no cuando aparezca la plaga, con el fin de reducir y racionalizar el uso de plaguicidas (Alomar, et al., 1989; Jaramillo, et al., 2007; Mesa, 2001).

Plagas del cultivo de calabacín

El cultivo de calabacín es afectado por una serie de plagas, que en su mayoría son comunes a varias especies de la familia de las cucurbitáceas (pepino, ahuyama, sandía, calabazas, melón), cultivos de importancia económica, cuyo manejo es similar.

Las plagas más importantes dentro del cultivo son:

Gusano trozador negro

Esta plaga, denominada *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), pertenece a la familia Noctuidae y al orden Lepidoptera. También es llamado gusano biringo, gusano mantequilla, cortador y rosquilla.

Características generales

Este gusano se ubica entre las plagas del suelo que atacan raíces, tubérculos y tallos, y es posiblemente uno de los más comunes entre los conocidos por los agricultores como trozadores, cortadores, tierreros o rosquillas.

Forma parte de un grupo de Noctuidae entre los que se destacan también *Spodoptera* spp., *Copitarsia* sp. y otros, que son frecuentes en la primera etapa de desarrollo de muchos cultivos de importancia económica y cuyos daños son habituales (López, 1992; Sánchez & Moreno, 2004).

Daño

El daño más importante lo hacen las larvas grandes, ya que cortan los tallos de las plántulas a ras o por debajo del nivel del suelo; hacen agujeros en los tubérculos de la papa y en cultivos de raíz, y dañan el follaje de las hortalizas o las frutas que se encuentran sobre la superficie del suelo o cerca de ella (López, 1992).

Ciclo de vida

Huevo

Las hembras adultas depositan alrededor de 1.800 huevos en el suelo o sobre las malezas, que tardan entre 4 y 14 días en eclosionar. Son blancos, esféricos, de superficie estriada, y son colocados en forma individual o en grupos grandes en el suelo húmedo, sobre las hojas inferiores de las plantas o los desechos de cosechas anteriores (López, 1992).

Larva

Recién nacidas miden alrededor de 1,5 mm, y completamente desarrolladas alcanzan hasta 45 mm de longitud. Son cilíndricas y cafés, con marcas dorsales claras cuando son pequeñas, que luego se tornan de un color negro grisáceo brillante, con una línea dorsal gris pálido, y gránulos o tubérculos negros brillantes en cada segmento (figura 47).

En los primeros instares se alimentan del follaje inferior de las plantas del cultivo o de arvenses; luego, cuando están más desarrolladas, del tercero al quinto instar, actúan como trozadores de plántulas. Son activas durante la noche y pasan los días ocultas bajo los terrones o residuos cerca de las plantas. Cuando son perturbadas se enrollan formando una rosquilla (López, 1992).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 47. Larva de *Agrotis ipsilon*.

Pupa

Al final de su periodo, la larva construye una cámara en el suelo y en ella se transforma en una pupa de color café castaño brillante, de 20 a 30 mm de largo, típica de la familia Noctuidae (López, 1992).

Adulto

Son polillas de color gris o marrón oscuro, con una envergadura de 45 a 50 mm. Las alas anteriores son gris oscuro, con manchas casi negras, y las posteriores blanco perla, con un margen gris oscuro y flecos en el borde. El ciclo de vida completo toma entre 40 y 55 días y durante su vida las hembras llegan a ovipositar más de 1.000 huevos (López, 1992).

Medidas de prevención

La tendencia predominante durante años ante la presencia de las plagas ha sido la utilización con mayor énfasis un solo método de control, con preferencia el uso de plaguicidas sintéticos; sin embargo, la mejor estrategia es aplicar una serie de medidas que permitan evitar la llegada de la plaga o evitar que sus poblaciones causen daño económico.

Control cultural

- Control oportuno de arvenses, ya que estas especies prefieren poner sus huevos en ellas.
- Uso de coberturas plásticas sobre las camas, ya que muchas larvas se lanzan al suelo para empupar y el plástico evita que puedan entrar en él y completen su ciclo (Jaramillo et al., 2007; Latorre, 1990; Vélez, 1997).
- Adecuada preparación del terreno y recolección manual de pupas y larvas.
- Utilización de materia orgánica compostada.
- Incorporación con la debida anticipación de la materia orgánica a la siembra o trasplante.
- Control de la humedad del suelo, mediante la utilización de riego oportuno y la construcción de drenajes adecuados.
- Cuando se prevé el ataque de algunas de estas plagas, aumento de la cantidad de semillas por unidad de superficie, con el fin de hacer una mejor selección en el raleo.
- Cosecha oportuna, para evitar daños en bulbos, raíces, tallos, hojas y frutos.
- Recolección y eliminación de todos los residuos de cosecha (López, 1992).

Control químico

Este método se recomienda solo cuando se espera un ataque severo de algunas de las plagas del suelo, debido a circunstancias específicas. Por ejemplo, cuando se trata de un lote nuevo para hortalizas, que se ha mantenido con pastos o gramíneas en los cuales ha habido ataques fuertes de chisas u otra de las plagas mencionadas que afectan la raíz. En este caso, se recomienda incorporar al suelo un insecticida granular, una semana antes de la siembra o trasplante (Latorre, 1990).

Cuando la plaga se encuentra en el interior del invernadero, se sugiere aplicar, 8 días antes del trasplante, un cebo tóxico preparado a base de un ingrediente activo como clorpirifós (3 a 5 g) o carbaril (2 a 3 g), en la dosis indicada por litro de miel o melaza, mezclado con 2 kg de cascarilla de arroz o aserrín, adicionando agua y revolviendo los ingredientes hasta que la mezcla tenga una consistencia blanda y se formen pequeñas bolas, las cuales se distribuyen dentro del invernadero. Es importante tener en cuenta que la persona encargada de preparar la mezcla debe utilizar guantes y tapabocas para evitar una intoxicación (Latorre, 1990; Londoño, 2006; López, 1992).

Organismos benéficos

En cuanto al control biológico, las larvas son afectadas con frecuencia por los hongos *Nomuraea rileyi* y *Metarhizium anisopliae* (Latorre, 1990). En la sabana de Bogotá el muque es afectado por *Apanteles* sp. (Sánchez & Moreno 2004).

Arañita o arañuela bimaculada

Esta plaga, denominada *Tetranychus urticae* (Koch), pertenece a la familia Tetranychidae y a la subclase Acari. También es llamada ácaro rayado, arañuela roja, araña o arañita roja.

Características generales

La plaga se presenta en focos localizados, generalmente por donde ingresó el ácaro al cultivo, y se va expandiendo si no se maneja de manera adecuada. Algunas malezas, como *Convolvulus* spp., *Sonchus* spp., *Chenopodium* spp. y *Senecio* spp., actúan como hospederos (FAO, 2013).

Cuando existen altas densidades de las plagas, algunos individuos migran hacia la parte alta de la planta para dispersarse a plantas vecinas, por medio de hilos de telaraña y con ayuda del viento (Jaramillo, et al., 2007). La diseminación de un cultivo a otro también se da por acción involuntaria del hombre y por el transporte de material vegetativo infestado (Bellotti, Reyes, Guerrero, & Fernández, 1982).

Estos ácaros invernan como adultos en diapausa, protegidos en la hojarasca, cortezas, grietas o rendijas. En condiciones benignas y en presencia de alimento, la especie continúa activa ininterrumpidamente durante todo el año (Latorre, 1990). Las corrientes de aire y el contacto de planta a planta facilitan su dispersión (FAO, 2013; Latorre, 1990).

El adulto, que se ubica en el envés de las hojas (Wyckhuys et al., 2009), es amarillo verdoso, ovalado y con una longitud que varía entre 0,5 y 0,7 mm (López, 1992). En el dorso, el cuerpo presenta dos manchas, que pueden ser verdes, rojas o naranjas (Wyckhuys, et al., 2009).

Los estados inmaduros y el adulto del ácaro presentan un aparato bucal con estiletes, que les permite alimentarse de los contenidos de las células del envés de las hojas (Jaramillo et al., 2013; López, 1992). Esta acción causa la aparición de puntos cloróticos en el haz (Jaramillo, et al., 2013), moteado o deformaciones. En ataques severos produce la caída de las hojas (López, 1992).

Esta plaga afecta a más de cuatrocientas especies vegetales. Es común encontrarla atacando frijol, habichuela, tomate, pimentón, papa y muchos otros cultivos, como cucurbitáceas, leguminosas, algodón, café, yuca, mora, lulo, fresa (Jaramillo et al., 2013; López, 1992), ají, berenjena, cebolla, espárrago, papa, rábano, almendro, cerezo, ciruelo, duraznero, frutilla, frambuesa, higuera, kiwi, lúpulo, maíz, manzano, nogal, papayo, sorgo, vid, yuca, zapote, calabacín, judía, melón, pepino, pimienta, sandía (Navarro, Lara, & Fernández, 2011), mamón, chaucha, maní, zapallo (FAO, 2013) y pera (Vélez, 1997).

También se encuentra en diversas malezas y en especies ornamentales como crisantemo, clavel y rosas (Latorre, 1990), y cítricos como limonero, mandarino y naranjo.

Daño

Todos los estados móviles del ácaro (larvas, ninfas y adultos) succionan la savia utilizando dos estiletes bucales afilados. Este tipo de alimentación causa el daño, pues genera la aparición de puntos cloróticos y moteado en el haz de las hojas (Jaramillo, et al., 2007; Paredes, 2009). También producen deformaciones (López, 1992), ya que alteran procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración (Forero, Rodríguez, Cantor, Rodríguez, & Cure, 2008).

En el inicio de la infestación, el envés de las hojas parasitadas tiene la apariencia de estar cubierto por un polvo blanquecino, luego las hojas presentan un moteado oscuro, seguido de palidez, amarillamiento, y manchas bronceadas y rojizas. Finalmente, ocurre una defoliación prematura, la pérdida de calidad de la cosecha y se obtienen menores rendimientos. En ataques muy severos, se detiene el crecimiento y las plantas pueden morir; además, esta plaga puede transmitir algunas virosis (Latorre, 1990).

Los estados móviles del ácaro rojo se alimentan de los contenidos celulares de los tejidos vegetales, sobre todo en el envés de las hojas de la parte media y basal de la planta (Bellotti, et al., 1982; Jaramillo, et al., 2013, 2007). El aparato bucal del ácaro rojo es chupador, lo que le permite romper, con los estiletes, las células de los tejidos de las hojas, para succionar parcial o totalmente su contenido (Paredes, 2009).

Si existe una alta densidad de población del ácaro rojo en el cultivo, puede producirse el marchitamiento total de la planta y defoliación (Jaramillo et al., 2007; López, 1992; Paredes, 2009). También se pueden encontrar hojas, tallos y frutos cubiertos con una telaraña (Bellotti et al., 1982; Jaramillo, et al. 2007; Wyckhuys, et al., 2009), lo que puede hacer pensar en la presencia de arañas.

Ciclo de vida

Dentro de la familia Tetranychidae existen varias especies (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus ludeni* y *Tetranychus turkestanii*), cuyos hábitos, biología y tipo de daño son muy similares (López, 1992).

Esta especie se reproduce mediante partenogénesis facultativa (arrenotoquia), en la cual las hembras vírgenes producen huevos de los que surgen machos haploides, y las fertilizadas producen progenie de ambos sexos, porque no todos los huevos reciben espermatozoides (Vélez, 1997). El ciclo biológico incluye los estadios de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto.

La duración del ciclo depende de la temperatura y la humedad relativa (Navarro et al., 2011). La temperatura de desarrollo es de 12 °C y la óptima de 30 a 32 °C, en un ambiente seco. En estas condiciones, la fase de huevo dura entre 3 y 5 días y la ninfa de 4 a 5. Sin embargo, con una temperatura de 24 °C, el ciclo dura 17 días, el huevo 7, la larva 3, y la protoninfa y la deutoninfa 3 y 4 días, respectivamente.

La hembra deposita entre 90 y 100 huevos, y vive alrededor de 30 días. El ácaro completa su ciclo biológico en un periodo de 7 a 14 días (Bellotti, et al., 1982; Wyckhuys, et al., 2009). En condiciones ambientales favorables, se producen 20 generaciones al año (Latorre, 1990).

Huevos

Son diminutos, esféricos, traslúcidos, blancos o hialinos, de forma globular y lisos (López, 1992; Wyckhuys et al., 2009). Inicialmente son cristalinos, ligeramente opacos y, a medida que van madurando, se van tornando nacarados (Bellotti et al., 1982). Cada uno de ellos es puesto individualmente por el adulto, en el envés de las hojas o sobre frutos, y protegido por una telaraña (Latorre, 1990; López, 1992; Navarro, et al., 2011).

En condiciones de laboratorio, a una temperatura de 21 °C, el huevo eclosiona en cinco días (Wyckhuys, et al., 2009), mientras que entre 25 y 28 °C, y con una humedad relativa del 60 % al 70 %, la duración en estado de huevo es de tres a cuatro días (Bellotti, et al., 1982).

Larva

Los estados inmaduros del ácaro reciben diferentes nombres y se distinguen tres estados principales: el primero es la larva, la cual emerge del huevo, presenta tres pares de patas y es de color claro. El segundo se llama protoninfa y el tercero deutoninfa (Bellotti et al., 1982). Son incoloras y transparentes al principio, y luego de color verde claro, amarillo marrón o verde oscuro (según su alimentación). En general, son de color amarillo verdoso, ovaladas y con tres pares de patas (Latorre, 1990; Navarro, et al., 2011). En condiciones de laboratorio, a temperaturas entre 25 y 28 °C y una humedad relativa del 60 % al 70 %, la duración en estado de larva es de 2 a 5 días (Bellotti, et al., 1982).

Ninfa

La ninfa tiene dos instares: protoninfa y deutoninfa. Cada una de ellas tiene cuatro pares de patas y se asemeja al estado adulto. Entre los dos estados de desarrollo se presentan fases de reposo o ninfocrisálidas (Bellotti et al., 1982). La protoninfa es similar a la larva, pero de mayor tamaño y más activa (Latorre, 1990).

La deutoninfa es quiescente, y la hembra produce una feromona, constituida por farnesol, nerolidol y citrionelol, que induce en los machos un comportamiento de vigilancia para el preapareamiento (Latorre, 1990).

En condiciones de laboratorio, a temperaturas entre 25 y 28 °C y una humedad relativa del 60 % al 70 %, la duración en el instar protoninfa es de uno a dos días, y en el de deutoninfa es de uno a tres (Bellotti, et al., 1982).

Adulto

El adulto es amarillo verdoso, con forma ovalada y globosa, la parte posterior angosta y una longitud que varía entre 0,5 y 0,7 mm (Bellotti et al., 1982; López, 1992). Carece de antenas y alas, y presenta cuatro pares de patas (Bellotti et al., 1982). Usualmente, la especie teje una tela fina, en la que se encuentran todos los estados de desarrollo (Latorre, 1990).

Los machos son de tamaño inferior y cuerpo más estrecho que el de las hembras (Bellotti, et al., 1982). Su abdomen es puntiagudo, las patas más largas y su coloración más pálida (Navarro, et al., 2011). En la parte dorsal del cuerpo se observan dos manchas, que pueden ser verdes, rojas o naranja (Wyckhuys, et al., 2009).

Cada hembra oviposita alrededor de 120 huevos en el envés de las hojas (Wyckhuys, et al., 2009), acción que inicia en el segundo día del estado adulto (Bellotti, et al., 1982). Las hembras son más globosas que los machos, y en condiciones adversas se ocultan en lugares protegidos, toman una coloración rojiza y pierden las manchas. Pueden reproducirse partenogenéticamente, concibiendo solo machos.

En condiciones de laboratorio, a temperaturas entre 25 y 28 °C y una humedad relativa del 60 % a 70 %, la duración en estado de adulto es de hasta 22 días (Bellotti, et al., 1982).

Medidas de prevención

Cualquier manejo de esta plaga debe ser anticipado con el monitoreo y seguimiento de los niveles poblacionales, con el fin establecer oportunamente las estrategias de control (Vallejo & Estrada, 2004).

Algunas medidas para prevenir la llegada del ácaro rojo al cultivo son la desinfección de las estructuras y el suelo antes de la siembra; la vigilancia de los cultivos, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo (Paredes, 2009),

para detectar focos (Bellotti et al., 1982); la esterilización de todas las herramientas de trabajo, y la selección de un material de siembra que se encuentre libre de ácaros, insectos y enfermedades (Bellotti et al., 1982).

Métodos de control

En general, las arañas han causado grandes problemas a la agricultura en todo el mundo. Para su control, en el pasado se hizo énfasis en los plaguicidas químicos a intervalos regulares, pero esto condujo al fenómeno de la resistencia a estos materiales, por lo cual el cambio de productos fue imperativo, lo que originó nuevos y abundantes casos de resistencia cruzada y múltiple.

Ante estos problemas, el control se ha enfocado en un manejo integrado de las poblaciones, que incluye la actuación de los enemigos naturales, el uso racional de los productos químicos, la aplicación de patógenos bacterianos con base en *Bacillus thuringiensis*, y la utilización de emulsiones.

También se ha recurrido a otras técnicas que eviten o, por lo menos, retarden la manifestación de la resistencia, como no hacer aplicaciones generalizadas de los productos, rotarlos y aprovechar su selectividad en cuanto a su tipo, la época más oportuna de aplicación, las dosis, las áreas tratadas y los sitios de la planta en los que se debe aplicar (Vélez, 1997).

Control cultural

Entre las medidas o acciones culturales, se proponen las siguientes:

- En el momento de realizar labores culturales (deschuponada y deshoje, entre otras), inicialmente se debe ingresar al cultivo por un lugar donde no se observen síntomas de daño, para continuar el recorrido por los sitios más afectados, con el fin de no diseminar la plaga en lotes libres o con un bajo ataque, puesto que la plaga puede ser dispersada a través de la ropa del operario de campo.
- Eliminar arvenses hospedantes, y recolectar y destruir por completo los residuos de inmediatamente después de la última cosecha (Fuentes, Niño, Casilimas, & Bojacá, 2014; Jaramillo, et al., 2013; López, 1992; Paredes, 2009; Wyckhuys, et al., 2009). Esta práctica se considera indispensable para los lotes que presentaron altas poblaciones de ácaros (Bellotti, et al., 1982).

- Controlar cultivos infestados, especialmente en las proximidades de uno nuevo (Latorre, 1990).
- Realizar aspersiones de agua, que ayudan a reducir las poblaciones del ácaro (Latorre, 1990).
- Remover de la planta hojas y tallos afectados (ICA, 2012).
- Rotar cultivos no hospederos de los ácaros (Bellotti et al., 1982).
- Hacer coincidir la siembra con la época de lluvias o, en su defecto, mantener una buena humedad del suelo (ICA, 2012).
- Fertilizar de acuerdo con los requerimientos del cultivo y el análisis de suelo, dado que las infestaciones están relacionadas con altos niveles de nitrógeno (Paredes, 2009; Wyckhuys, et al., 2009).
- Partir de semillas y plantines sanos (libres de la plaga) para evitar la contaminación del lote definitivo.
- Evitar el estrés hídrico de las plantas por falta de agua, ya que con frecuencia acelera la infestación.

Control químico

El uso de herramientas químicas debe ser la última alternativa para el control. En este caso, es necesario seleccionar un insecticida específico para la plaga que se pretende controlar, y tener en cuenta el modo de acción, la dosis de aplicación, el ingrediente activo, la categoría toxicológica y el efecto en otras plagas y controladores biológicos (Jaramillo, et al., 2007).

Los acaricidas requieren un buen cubrimiento y solo son efectivos para determinados estadios de desarrollo, lo que puede hacer que sea necesaria más de una aplicación para alcanzar un control satisfactorio. Por otro lado, también pueden afectar a los ácaros benéficos y depredadores y, ocasionalmente, alguno de ellos puede causar fitotoxicidad.

El manejo de los ácaros se puede complicar cuando se controlan otras plagas químicamente, por lo que se recomienda minimizar las aspersiones y seleccionar insecticidas que no interfieran con el control biológico de las arañas. Este ácaro tiene capacidad para generar resistencia a los acaricidas, por lo cual es recomendable consultar localmente sobre la posible existencia de poblaciones resistentes y rotar los productos (Latorre, 1990).

Organismos benéficos

Para el control de *T. urticae* y *T. turkestanii* se pueden hacer aplicaciones del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) (Forero et al., 2008; Wyckhuys et al., 2009), que está disponible comercialmente en Colombia.

El adulto de esta especie es un ácaro depredador que se alimenta devorando todos los estados del ácaro rojo. Tiene forma de pera de color naranja rojizo. Cuando es expuesto al sol, hace un movimiento rápido para ocultarse de la luz. Las ninfas son de forma ovalada y color salmón pálido (Bichópolis, 2016).

Otros ácaros fitoseidos controlan efectivamente esta plaga en condiciones naturales, entre los que están *Phytoseiulus macropilis*, *Amblyseius andersoni*, *Amblyseius californicus*, *Amblyseius swirskii*, *Feltiella acarisuga* y *Macrolophus pygmaeus*.

Perforador de las cucurbitáceas

Características generales

El género *Diaphania* (Lepidoptera: Pyralidae) es originario de América, su distribución es neotropical, pero alcanza una dispersión en la región holoártica, donde va tan lejos al norte, que durante el verano llega a Estados Unidos y Canadá (Posada, 1992).

Las especies *D. nitidalis* y *D. hyalinata*, perforadores de fruto, se consideran el grupo de plagas de mayor importancia económica en las cucurbitáceas, y se encuentran registradas en Canadá, Estados Unidos, México, Panamá, Guayana Francesa, Cuba, Brasil, Perú y Colombia (Posada, 1992).

Ciclo de vida

Huevo

Los huevos son completamente desuniformes y la forma alargada predomina ligeramente (figura 48). Por ser depositados con una consistencia casi líquida, al endurecerse adoptan diversas formas: aplanados o convexos, si son puestos

sobre una superficie plana; y redondeados, si son colocados en la punta de un tricoma del vegetal (Ingunza, 1963).

En un principio, las posturas son de un blanco cremoso o pálido, y a lo largo de la maduración cambian a amarillo oscuro, luego a anaranjado claro y finalmente se tornan rojizas antes de la eclosión. El periodo de incubación varía de tres a cuatro días (Ingunza, 1963; Trochez & Jaramillo, 1983).

Ingunza (1963) encontró que la oviposición se realiza en la noche, pero que es mayor en horas de la madrugada y nunca se extiende más allá de las 6:00 a. m. Además, la eclosión se realiza de forma masal, lo que significa que el nacimiento de todos los huevos ovipositados en un mismo día es simultáneo.

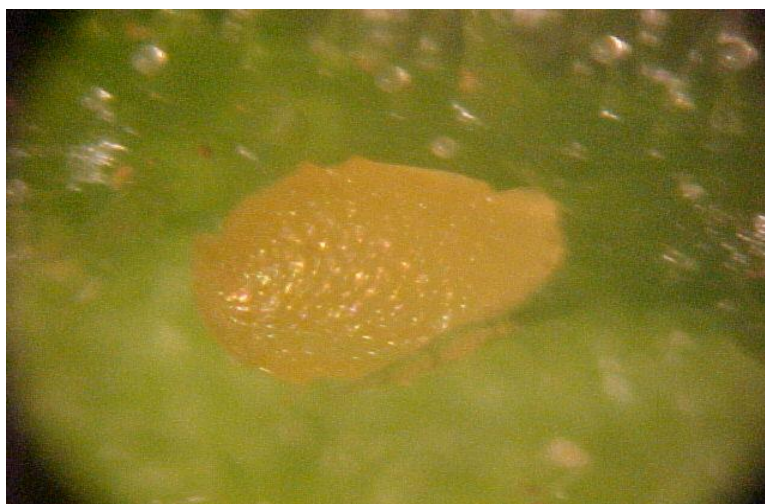


Foto Pablo Andres Upegui Franco

Figura 48. Huevos de *Diaphania nitidalis*.

Larva

Recién emergida es traslúcida, con un ligero tinte amarillento y la cabeza redondeada, un poco triangular; mide unos 23 mm cuando está completamente desarrollada. En los cuatro primeros instares posee tubérculos setíferos oscuros (figura 49), que se destacan sobre un fondo amarillento o verde amarillento (que la diferencian de las larvas de *D. hyalinata*). La pigmentación de los tubérculos se pierde en el último instar, en el que todo el cuerpo presenta una coloración verdosa, excepto la cabeza, que es parda.

El periodo larval dura de 8 a 12 días, y se cumple dentro del fruto o en las guías de las plantas (Trochez & Jaramillo, 1983). La larva crece rápidamente desde la emergencia del huevo y cambia su piel cuatro veces, dando lugar a cinco estadios larvales durante el curso de su desarrollo (Ingunza, 1963).



Foto: Pablo Andres Upegui Franco

Figura 49. Larva de *Diaphania nitidalis*.

Prepupa

Tiene dos fases, la primera es llamada prepupa roja, que suele durar un día (en algunos casos este paso se pasa por alto), y en la cual conserva todas las características del último estadio larval. La segunda fase es denominada prepupa blanca, en la cual adquiere la inmovilidad. Este estadio prepupal siempre se produce y dura en promedio un día (Ingunza, 1963).

El estado de prepupa dura de dos a cuatro días. Inicialmente, es blanquecina, luego se torna rosada, y al final toma una coloración blanca y lechosa, con un ligero tinte verdoso hasta los extremos (Trochez & Jaramillo, 1983).

Pupa

Según Ingunza (1963), en el momento de su formación, la pupa es verde limón, y muy pronto va cambiando hacia el pardo claro verdoso, luego al pardo vinoso y, a medida que evoluciona, se va oscureciendo, hasta llegar al pardo oscuro (figura 50).

Antes de la eclosión, se notan manchas oscuras en la zona de las alas, el dorso y el tórax, la parte caudal del abdomen y, en menor grado, el resto del dorso. El extremo anterior de la pupa es un tanto romo, el posterior es ahusado y lleva varios ganchos que ligan la pupa al delgado cocón. Trochez y Jaramillo (1983) afirman que la larva puede formar el cocón en el borde de una hoja grande, en la hojarasca del suelo o debajo del fruto del cual ha salido. En este estado dura de 6 a 9 días.



Foto: Pablo Andres Upegui Franco

Figura 50. Pupa de *Diaphania nitidalis*.

Adulto

De observaciones realizadas por Ingunza (1963), se concluye que la emergencia de las mariposas tiene lugar entre las 9:00 p. m. y 6:00 a. m., lo que denota que son insectos de hábitos nocturnos cuando desarrollan toda su actividad. En condiciones de laboratorio, determinó la longevidad de las mariposas: con temperaturas y humedades adecuadas, los adultos nunca vivieron menos de 3 días, ni más de 7 en verano. Es probable que en el campo la longevidad sea un poco mayor.

Los dos pares de alas de la mariposa tienen márgenes de color café amarillento, que también se presenta en la parte anterior del cuerpo, con reflejos morados en ciertas condiciones de luz. Las áreas centrales de las alas son casi traslúcidas (Trochez & Jaramillo, 1983).

El extremo del abdomen presenta un mechón de pelos oscuros y largos, que se mantiene arqueado hacia arriba y frecuentemente describe movimientos circulares (figura 51). De acuerdo con Ingunza (1963), la duración promedio del ciclo de vida de *D. nitidalis* es de 24,7 días, del cual el estado larval representa el 50 %.



Foto: Pablo Andres Upegui Franco

Figura 51. Adulto de *Diaphania nitidalis*.

Daños

El principal daño ocasionado por la larva es la formación de galerías dentro del fruto, que lo convierten en un producto no apto para el consumo. Normalmente, la infestación de la fruta se detecta desde el exterior por una pequeña perforación (figura 52). En infestaciones altas, la larva puede ocasionar galerías dentro de los tallos, lo que provoca la muerte de las plantas (Zitter, Hopkins, & Thomas, 1996).



Foto: Paula A. Aguilar Aguilar
y Pablo Andres Upegui Franco

Figura 52. Daño de *Diaphania nitidalis* en frutos.

D. nitidalis ataca las yemas, flores y brotes tiernos (figura 53), y puede completar el desarrollo larvario en estos órganos vegetales. Sin embargo, una fracción de tales larvas infesta los frutos antes de la cosecha, reduciendo su valor comercial (Agudelo & Hoyos, 2001).



Foto: Pablo Andres Upegui Franco

Figura 53. Daño causado por *Diaphania nitidalis* en flor.

Trabanico (1999), citado por Yepes (2001), afirma que se considera que hay un nivel crítico de daño económico cuando se hallan tres larvas en la evaluación de 50 plantas, siempre y cuando el desarrollo fenológico de la planta esté en

prefloración. Después de esta etapa, se requieren dos larvas por cada 100 brotes (cogollos) o frutos examinados.

Según Ingunza (1963), las cucurbitáceas parecen ser las únicas plantas que son atacadas por las larvas de *D. nitidalis*, y algunas son más atractivas que otras. Entre las especies más susceptibles al ataque de esta plaga se encuentran calabacín (*Cucurbita pepo* L.), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*), ahuyama (*Cucurbita maxima*), zapallo (*Cucurbita moschata*), sandía (*Citrullus vulgaris*), calabazo (*Lagenaria siceraria*), estropajo (*Luffa cylindrica*) y cidra (*Sechium edule*) (Else, 1985).

Componentes del control

A continuación, los diferentes métodos de control de *D. nitidalis* Stoll.

Control químico

Según Latorre (1990), este control se debe realizar solo cuando está debidamente justificado y, en lo posible, cuidando la acción de los enemigos naturales. Los ingredientes activos que se pueden usar son carbaril, cipermetrina, deltametrina, diazinón, metamidofos, metomilo y permetrina.

Díaz y Gómez (1990) recomiendan productos a base de los ingredientes activos carbaril y malatión, aplicados al follaje cuando se inicia el daño. Sin embargo, Agudelo y Hoyos (2001) exponen que en el municipio de Granada (Antioquia) se ha usado el metamidofos con buenos resultados.

Control cultural

Se recomienda desarrollar prácticas culturales como eliminar los restos del cultivo anterior; realizar control de malezas, rotación de cultivos y una fertilización equilibrada; asegurar un suministro de agua de acuerdo con los requerimientos del cultivo (Reche, 1997), y utilizar cultivos trampa (Latorre, 1990).

Control biológico

Consiste en proteger y favorecer la acción de los enemigos naturales de *D. nitidalis* y *D. hyalinata*, como los parásitos larvales *Apanteles* sp., *Polycyrtus semialbus*, *Eiphosoma insularis*, *Nemorilla floralis*, *Sarcophaga lambens*,

Brachymeria robustella, *Semiera* spp. y *Stomatodexia cothurnata*. Además, los géneros de avispas *Polistes* son eficaces depredadores de larvas, y algunas especies de *Trichogramma* parasitan los huevos (Latorre, 1990).

El control microbiano es la meta principal de la patología de insectos y representa un componente fundamental del control biológico, que consiste en la utilización racional de los patógenos, manteniendo la población de plagas con bajos niveles de daño económico (Alves, 1986). Se define como la parte del control biológico que utiliza los microorganismos o sus productos para el control y reducción de organismos e insectos plaga (Tanada & Kaya, 1993).

Aunque son muchos los grupos de microorganismos que atacan a los insectos, entre los cuales el más utilizado es la bacteria *B. thuringiensis*, solo unos pocos han venido siendo utilizados en programas de control. Hasta el momento se conocen cerca de 1.300 microorganismos asociados con insectos, y la gran mayoría de ellos son patógenos. Los hongos son los más numerosos, seguidos por virus, protozoos, bacterias y nematodos (Madrigal, 2001).

Babosas y caracoles

Las babosas y caracoles pertenecen al grupo de los moluscos, son una plaga que afecta la producción y calidad de los frutos además de ser transmisores de enfermedades al ser humano

Características generales

Las babosas y los caracoles pertenecen al grupo de los moluscos, y son plagas muy importantes en diversos cultivos hortofrutícolas y ornamentales.

Las babosas tienen un cuerpo desnudo con un manto suave que cubre dorsalmente parte del cuerpo y un borde prominente en la parte posterior, llamado quilla. Son organismos sensibles a alteraciones del hábitat y sus desplazamientos son cortos. Los caracoles, por el contrario, poseen una concha que los hace más vistosos y fáciles de detectar, pero también les confiere cierta resistencia a condiciones adversas.

El ciclo de vida de las babosas y los caracoles inicia en estado de huevo, que es esférico, suave y de colores claros. La oviposición se realiza en lugares húmedos y ricos en materia orgánica, bajo la hojarasca, desechos, piedras o terrones. Ponen de 20 a 100 huevos, pegados con una cubierta mucosa, con una incubación de 20 a 30 días, o de varios meses si las condiciones son secas. Estos huevos dan lugar a formas jóvenes o estados inmaduros, similares a los adultos.

Los adultos pueden vivir varios años, son hermafroditas (poseen ambos sexos, masculino y femenino) y la mayoría se aparea, aunque algunos se autofertilizan. Las babosas son ápodas, es decir, de cuerpo algo cilíndrico y aplanado, húmedo, suave y de un solo segmento. Como mecanismo de defensa contra la deshidratación, su cuerpo secreta un *mucus* o baba que le da una apariencia húmeda.

Estos moluscos son muy activos en periodos de lluvia, en zonas regadas constantemente y cerca de sitios con un mal drenaje (ICA, 2012). A continuación se presentan las principales especies reportadas.

- Babosa reticulada (*Deroceras reticulatum* [Müller], familia Agriolimacidae), de color crema o café claro, con quilla corta.
- Babosa rayada de las hortalizas (*Milax gagates* [Draparnaud], familia Milacidae), de quilla prominente en la parte dorsal posterior.
- Babosa café (*Deroceras laeve* [Müller], familia Agriolimacidae), de quilla poco prominente y con manchas en el cuerpo. Esta especie requiere hábitats permanentemente húmedos, se sumerge en el agua y puede subsistir varios días bajo la superficie.
- Babosa pequeña (*Limax marginatus* [Müller], familia Limacidae).
- Caracol terrestre (*Helix aspersa* [Müller], familia Helicidae).

Daño

Aunque las babosas y caracoles tienen cuerpo blando, su aparato bucal es fuerte y lo utilizan para alimentarse de material vegetal tierno. El daño producido por estos organismos consiste principalmente en perforaciones irregulares y raspaduras en el tejido foliar, y en ocasiones en frutos, tallos herbáceos jóvenes, tubérculos y raíces. Las babosas cortan el tallo de la plántula del mismo modo que los trozadores, pero, a diferencia de los insectos, los moluscos pueden consumir toda la planta.

En el calabacín, los caracoles y babosas afectan frecuentemente el envés de los cotiledones de la planta, dejando raspaduras. En algunas ocasiones las perforaciones en las hojas y en el tallo son evidentes (figura 54). Estos animales también afectan el fruto, deteriorando sus características físicas.



Figura 54. Daños ocasionados por caracol en cultivos jóvenes de calabacín. a. Perforaciones; b. Raspado en el envés del cotiledón; c. Daño en el tallo; d. Individuo de caracol común.

Condiciones como humedad del suelo y contenido de materia orgánica elevados, baja luminosidad y alta densidad de siembra favorecen el establecimiento y propagación de sus poblaciones. Son organismos de hábitos nocturnos y su presencia se nota por los caminos que dejan en las plantas o en el suelo al desplazarse (rastro plateado). Las babosas atacan la mayoría de las hortalizas, principalmente repollo, coliflor, lechuga, espinacas y acelgas (ICA, 2012).

Manejo

En el control de babosas y caracoles, el principio del manejo es el monitoreo constante del cultivo, para detectar oportunamente el ataque. Antes de sembrar, se recomienda desterronar bien el suelo y eliminar sitios de refugio, drenar bien el lote que se va a sembrar, y planear el riego de forma eficiente, sin excesos de agua.

Las babosas y caracoles se alimentan en las noches, en especial después del riego o de la lluvia. De igual manera, en sitios cercanos a depósitos de agua, zonas regadas constantemente o lugares lluviosos, la actividad de estos organismos es mayor, y logran desplazarse a distancias de hasta dos metros y luego regresar a su escondite. Las temporadas secas provocan un periodo de dormancia en babosas y caracoles, que se rompe en presencia de humedad.

Se recomienda utilizar cebos tóxicos a base de metiocarb y metaldehído, en una dosis de 3 g/m², cerca de las zonas afectadas y de los lugares donde se presume que se refugian los caracoles. Estos cebos se deben colocar en horas de la tarde, teniendo en cuenta la actividad nocturna de los moluscos.

Aunque las coberturas del suelo ayudan en el control de malezas, pueden constituir un refugio para las babosas, por lo que la aplicación de cebos como complemento de estas coberturas es indispensable. Dentro de este manejo de malezas, los bordes del cultivo deben mantenerse libres de arvenses, como parte del control de babosas y caracoles.

Además de los cebos químicos, pueden usarse trampas de captura con elementos atrayentes. Por ejemplo, las levaduras han demostrado ser un atractivo bastante efectivo para las babosas; se puede emplear cerveza o soluciones de levadura en trampas de caída o costales de fique humedecidos o impregnados con la solución. Estas trampas se ubican en los bordes del cultivo y cerca de los sitios identificados como focos.

Otra de las trampas naturales más usadas son los cebos a base de cogollos de astromelia y zanahoria. Cabe aclarar que es necesario que estas trampas de captura se colecten en las primeras horas de la mañana y se debe realizar la

eliminación correcta de los moluscos, cubriéndolos con cal agrícola o cenizas de leña, y depositándolos en huecos en el suelo que luego serán cubiertos.

Por otro lado, existen algunos materiales que actúan como barreras físicas para restringir el paso de caracoles y babosas hacia el cultivo. Se pueden emplear cenizas de leña aplicadas en banda, sobre el suelo o sobre materiales que faciliten la captura y eliminación de los individuos (costales húmedos).

Otra barrera bastante efectiva es la cal agrícola o dolomita. Este material, aplicado sobre las camas o en bandas alrededor del cultivo, deseca la piel de estos animales hasta deshidratarlos. Este mismo efecto puede lograrse con la utilización de sulfatos de potasio, o nitrato de potasio o de calcio. Sin embargo, debe tenerse un especial cuidado con el manejo de la nutrición del cultivo, e incluir este manejo dentro del plan de fertilización.

Como se ha mencionado anteriormente, los sitios de refugio de los caracoles y las babosas son húmedos y sombreados, por lo que el control de arvenses, el mantenimiento de canales y el aislamiento del cultivo son claves en el manejo. Una vez que se ha detectado el foco de migración de las babosas y caracoles, el control puede enfocarse allí (ICA, 2012; Osorio et al., 2012).

Mosca blanca

La mosca blanca es una de las plagas más importante de la agricultura a nivel mundial, debido a su amplio rango de distribución geográfica y número de especies que afecta, además del amplio rango que hospederos (Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005).

Características generales

Las moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* [Westwood]) pertenecen al orden Homoptera (en el que también se encuentran pulgones o áfidos, cóccidos y cochinillas) y a la familia Aleyrodidae, cuyos miembros se caracterizan por tener las alas en forma de techo sobre el cuerpo cuando están en reposo. Su

cabeza es relativamente larga y comprimida al tórax y posee un desarrollado aparato bucal picador-chupador, presente también en otras familias de su orden.

Sus mandíbulas y maxilas están envueltas en la probóscide, que el insecto usa para tomar la savia de los tejidos del floema de las plantas. Esta probóscide es un tubo hueco que contiene un canal de alimentación y un ducto de saliva, que inyecta metabolitos a la planta para ablandar las paredes celulares. Cuando el insecto no se está alimentando, este estilete se mantiene contra el tórax.

Su importancia como plaga radica en el daño que causan, tanto los adultos como los estados inmaduros, al succionar la savia de la planta.

Aunque los adultos y formas inmaduras son muy pequeños, su número en las hojas de las plantas, llega a ser tan alto, que cubren completamente el envés de estas estructuras y producen grandes cantidades de melaza o miel de rocío, que caen sobre las hojas inferiores y frutos, e inducen el desarrollo del hongo *Cladosporium* sp., que produce los síntomas de la enfermedad conocidos como fumagina, que cubre las hojas y reduce la fotosíntesis, deteriorando la calidad de los frutos. (Vélez, 1997). El daño causado por la fumagina es mucho mayor que el causado por los adultos e inmaduros de mosca blanca al succionar la savia. La fumagina se ve favorecida para su desarrollo por humedad relativa y temperatura altas (Casadevall et al., 1979).

Los adultos de la mosca blanca son pequeños, con el cuerpo y los dos pares de alas cubiertos con un polvo harinoso de color blanco, producido por sus glándulas céreas ventrales. Alcanzan una longitud de entre 0,95 y 1,4 mm; el macho es algo más pequeño que la hembra, y posee un pene externo, situado entre un par de arpones, que forman un conjunto gris que lo hace fácilmente distinguible.

Los huevos son muy pequeños, pedicelados, ovales y cubiertos con el material harinoso del cuerpo de la madre. Su tamaño depende del huésped, e inicialmente tienen un color claro (verde o verde amarillento), y se van oscureciendo a medida que se aproxima la eclosión. Se presentan dispuestos en arcos o círculos, en el envés de las hojas, sostenidos por el pedicelo (Vélez, 1997).

El instar de las ninfas es de un verde muy amarillento cuando recién emergen del huevo, sus ojos son rojos y brillantes, muy fáciles de distinguir por su contraste. El segundo instar presenta ojos divididos, rojos y brillantes. Justo después de que ocurre la ecdisis, la ninfa se aplana contra la hoja y es muy difícil de observar, ya que es casi transparente.

Más adelante, es de un color verde amarillento. Un hecho notable es el gran aumento de tamaño que ocurre luego de la muda. Las patas son mucho más pequeñas que en el primer instar, y se convierten en apéndices inservibles para la locomoción. El tercer instar tiene una apariencia general y unos hábitos similares a los del instar anterior, pero es de mayor tamaño.

El cuarto instar, o pupa, difiere mucho de los estadios anteriores en cuanto a su apariencia. Recién formada, muestra once pares de espinas largas, siete de ellos situados cerca al margen, uno hacia la línea media, uno en el tórax y uno en los segmentos abdominales tercero y cuarto. Las pupas de *Bemisia tabaci* se diferencian de las de *Trialeurodes* en que son convexas o aplanadas, sin espinas ni flecos (Vélez, 1997).

Los adultos emergen de la pupa a través de una sutura en forma de T. Inmediatamente después de salir, carecen de cobertura harinosa, pero un corto tiempo más adelante secretan esta sustancia mediante dos pares de placas ventrolaterales en el segundo y tercer segmento abdominal; luego utilizan sus patas para cubrir el resto del cuerpo con esta secreción (Vélez, 1997).

Hospederos vegetales

Esta plaga afecta más de 250 especies diferentes de plantas, entre las que se encuentran pepino (*Cucumis sativus*), ahuyama (*Cucurbita maxima*), berenjena (*Solanum melongena*), fríjol (*Phaseolus vulgaris*), pimentón (*Capsicum annuum*), arveja (*Pisum sativum*), haba (*Vicia faba*) y algodón (*Gossypium hirsutum*) (Rendón, Cardona, & Bueno, 2001; Rodríguez & Cardona, 2001).

Daño

El daño es ocasionado por adultos y ninfas que, al succionar la savia del floema, causan una reducción del vigor de la planta, la calidad del fruto y la producción.

Aunque son muy pequeños, su número en las hojas de las plantas (figura 55) llega a ser tan alto que cubren completamente el envés de estas estructuras y producen grandes cantidades de una solución azucarada conocida como melaza o miel de rocío, que cae sobre las hojas inferiores y los frutos, y estimula la formación de fumagina u hollín, que deterioran la calidad de estos últimos (Vélez, 1997).

La fumagina se forma cuando el hongo *Cladosporium* sp. crece sobre la miel de rocío que excretan los adultos y las ninfas de la mosca blanca. El daño que causa es mucho mayor que el que ocasionan los adultos y los inmaduros de esta mosca cuando succionan la savia. Su desarrollo se ve favorecido por elevadas humedad relativa y temperatura (Bernal, Pesca, Rodríguez, Cantor, & Cure, 2008; Casadevall, Bordas, & Albajes, 1979; Cotes et al., 2006; Jaramillo et al., 2007; Morales, Cardona, Bueno, & Rodríguez, 2006; Paredes, 2009; Vélez, 1997).

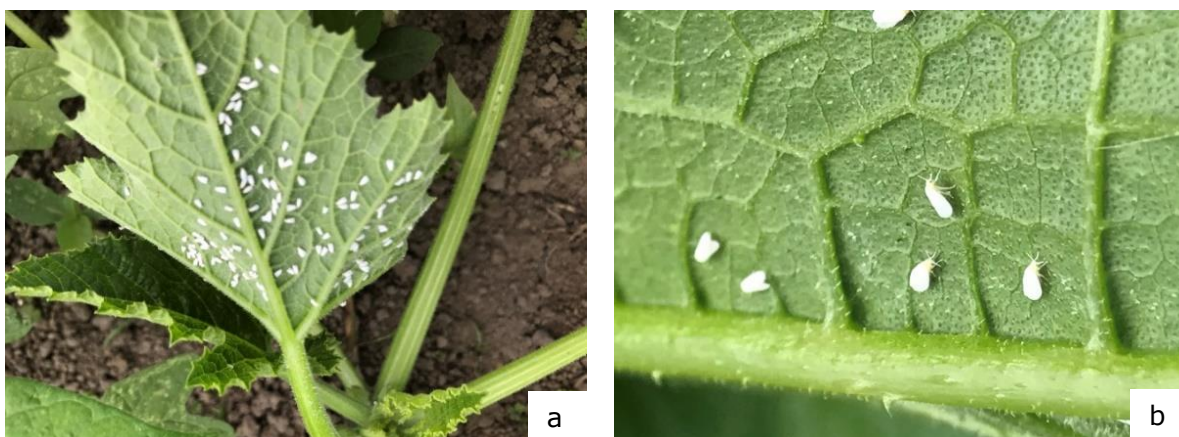


Foto: Pablo Andres Upegui Franco

Figura 55. Mosca blanca en hojas de calabacín. a. Colonias de adultos de mosca blanca en el envés de la hoja; b. Adulto de mosca blanca.

La clorosis, la marchitez, el enanismo y la abundante presencia de fumagina son resultados comunes de un alto número de adultos y ninfas (Vélez, 1997).

Medidas de prevención

Estas medidas consisten en monitoreo y seguimiento de los niveles poblacionales de la mosca blanca. El número de plantas que se monitorean debe ser superior

a 19 cuando el área sembrada es de 1.000 m², y de mínimo 10 plantas en superficies inferiores a los 500 m² (Jaramillo et al., 2007).

Las trampas de plástico amarillo también constituyen una herramienta para monitorear y reducir las poblaciones de mosca blanca. Por cada trampa se utiliza un plástico amarillo (de 40 a 50 cm de ancho por 2 a 6 cm de largo) impregnado de pegante, que se asegura sobre estacas y se coloca sobre un tutor, de tal manera que el borde inferior quede a unos 30 cm del suelo o a la altura donde se encuentran los adultos (Jaramillo et al., 2007).

Las lluvias fuertes juegan un papel importante en la dinámica poblacional de la mosca blanca, pues disminuyen el número de adultos y causan la caída de una gran cantidad de ninfas, reduciendo los niveles de infestación (Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005).

Métodos de control

Con el fin de controlar la mosca blanca se debe ejecutar un plan de monitoreo de la plaga, para lo cual es necesario actualizar constantemente a los productores, técnicos y operarios sobre las especies de mosca blanca y otras plagas presentes en el cultivo, en lo que se refiere a su comportamiento y ciclo de vida, la sintomatología del daño y el reconocimiento de los insectos benéficos que actúan como controladores biológicos.

Para el monitoreo se deben tener en cuenta los hábitos de la plaga: los adultos prefieren hojas jóvenes para su alimentación y la oviposición, mientras que las ninfas o larvas son más prevalentes en hojas viejas. Se puede realizar mediante la captura de adultos con trampas de color amarillo impregnadas de aceite agrícola distribuidas en el lote. También debe considerarse la presencia de estados inmaduros en el follaje del calabacín, para lo cual se requiere utilizar una lupa.

Los registros deben contener información sobre las fechas de capturas en trampas por unidad de área, porcentaje de daño y cantidad de individuos presentes de cada estado de desarrollo, información acerca de las condiciones del cultivo y diferencias importantes entre plantas o sectores, entre otros datos. La frecuencia de las observaciones y registros debe ser de una o dos veces por

semana, con lecturas sistemáticas y bajo un mismo patrón, sin interrupciones y observando varias plantas por sitio (Román, s. f.).

Control cultural

Entre las prácticas culturales se recomienda:

- Eliminar las malezas hospederas.
- Recoger y compostar los residuos de la cosecha.
- Utilizar trampas pegajosas amarillas, puesto que a los adultos de mosca blanca les atrae ese color.
- Cubrir el surco del cultivo con materiales plásticos plateados.
- Utilizar barreras vivas alrededor del cultivo que impidan el paso de la plaga.
- Rotar con otros cultivos que no sean hospederos de la mosca blanca, como lechuga, cilantro, maíz dulce, cebolla de rama y de bulbo, entre otros.
- Usar adecuadamente los fertilizantes, en particular los nitrogenados (Latorre, 1990).

Control mecánico

La utilización de aspiradoras es una alternativa para el control de la mosca blanca, dado que permite capturar las formas adultas del insecto (Jaramillo et al., 2007).

Control etológico

Sentirse atraída por el color amarillo (figura 56). Las trampas de ese color pueden ser utilizadas para monitorear y reducir poblaciones. El material utilizado puede ser plástico, recipientes, bolsas u otros objetos, pero siempre de ese color. Los elementos se cubren con aceite de motor o grasa, para formar una especie de pegamento en el que se adhiere la mosca blanca.

Para efectos de control, las trampas se colocan fuera del cultivo. Es preciso cuidar la efectividad del pegamento y, cuando la trampa se usa para monitoreo, cada vez que se revisa se cuentan las moscas atrapadas y se retiran, para no contarlas nuevamente la próxima vez. Se recomienda poner la trampa una altura de 25 a 78 cm sobre el suelo.

Cuando se utiliza un plástico amarillo, se recomienda que tenga de 40 a 50 cm de ancho por 2 a 6 cm de largo, y que esté impregnado de pegante. El plástico

se asegura sobre estacas y se coloca sobre un tutor, de tal manera que el borde inferior quede a unos 30 cm del suelo o a la altura donde se encuentran los adultos (Jaramillo et al., 2007).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 56. Trampa de color amarillo para la captura de adultos de mosca blanca.

Control químico

Se recomienda la aplicación de insecticidas que tengan registro del ICA para su uso en el cultivo de calabacín y contra la mosca blanca (*T. vaporariorum*). Para llevar a cabo el control químico es necesario romper con el ciclo biológico del insecto, debe ir dirigido a los adultos y a las ninfas, y es necesario efectuar una adecuada rotación de productos, dado que esta plaga tiene la capacidad de desarrollar resistencia en un tiempo relativamente corto (Bernal et al., 2008; Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005; Jaramillo et al., 2013, 2007; Rodríguez & Cardona, 2001).

Se sugiere que las aplicaciones de productos químicos se realicen con equipos de ultra bajo volumen o de alta presión para una distribución uniforme de las gotas finas que permitan un buen cubrimiento del follaje.

Áfidos, piojos o pulgones

Dentro de este grupo de plagas se encuentran el pulgón del algodón, también denominado pulgón del melón (*Aphis gossypii* [Glover]), y el áfido verde del ajonjolí (*Myzus persicae* [Sulzer]). Ambos pertenecen a la familia Aphididae y al orden Hemiptera.

Características generales

Los piojos, áfidos o pulgones afectan los cultivos de hortalizas. Son insectos chupadores que succionan la savia de las plantas, causan enroscamiento o entorchamiento de las hojas y de los retoños, y secretan sustancias azucaradas en las cuales se desarrollan hongos, como *Capnodium* sp. y *Cladosporium* sp. Cuando los ataques son severos, se aprecian manchas oscuras o fumagina en las hojas, lo que dificulta la absorción de la luz por las plantas y la formación de clorofila.

Las épocas de sequía favorecen el aumento de las poblaciones. Al succionar la savia de plantas enfermas por virus, los áfidos transportan partículas virales en su sistema bucal, que luego pasan de la hemolinfa a las glándulas salivares del insecto. Esto los convierte en vectores de graves enfermedades virales (Osorio et al., 1998).

Entre esas afecciones se encuentran la mancha negra anular y la necrosis anular del repollo, el enanismo amarillo de la cebolla; el enanismo del tomate y de la zanahoria; el mosaico de la coliflor, de la lechuga, de la remolacha, del pepino, del apio y del guisante; el mosaico común del fríjol, y el amarillamiento del rábano (López, 1992; Osorio et al., 1998).

Los áfidos viven en colonias, se localizan en el envés de las hojas, especialmente en las hojas terminales y los brotes tiernos y, cuando se incrementan las poblaciones, invaden las hojas más maduras. Al alimentarse, succionan la savia e inyectan una saliva tóxica, que provoca arrugamiento o encrespamiento de las hojas, lo que disminuye el vigor de la planta y produce deformaciones y amarillamiento foliar, enanismo y, en ataques severos, ocasiona la muerte de la planta.

Su importancia radica en que transmiten virus a las plantas, lo que puede causar cuantiosas pérdidas a los cultivos. Existen varios virus que se ha reportado que son transmitidos por los áfidos o pulgones. Entre ellos se mencionan el PVV (virus del amarillamiento de las nervaduras de la papa), el VMP (virus del mosaico del pepino), el VGT (virus del grabado del tabaco), y el TRSV (virus de la mancha anular del tabaco).

Además, pueden producir contaminación por la melaza o miel de rocío que excretan los adultos, donde se desarrolla la enfermedad conocida como la fumagina, un hongo negro que cubre totalmente las hojas e impide todos sus procesos fotosintéticos (Latorre, 1990; Rodríguez, 1994).

Ciclo de vida

En los países nórdicos, los áfidos pasan el invierno en estado de huevo y eclosionan en la primavera; originan hembras que se reproducen partenogenéticamente, formando ninfas que se multiplican dando lugar a varias generaciones de hembras vivíparas. Las dos primeras generaciones están compuestas por individuos ápteros y las siguientes por alados, y migran a plantas diferentes del huésped original para continuar su reproducción.

Al finalizar el verano, migran nuevamente a la planta huésped original y producen una generación de machos y hembras, los cuales copulan y depositan huevos que pasan el invierno en ese estado (Borrer et al., 1989, citados en Rodríguez et al., 1996).

En el trópico, los áfidos se reproducen continuamente, solo se forman hembras que no ponen huevos, las generaciones son partenogenéticas y solo migran de huéspedes primarios hacia secundarios mediante las formas aladas, las cuales afectan otras plantas. Su dispersión es muy rápida (Borrer et al., 1971; Bustillo & Sánchez, 1977 citados en Rodríguez et al., 1996).

- Huevos: son negros, ovoides o esféricos, de aproximadamente 1 mm de diámetro. Se depositan de preferencia en especies leñosas (Latorre, 1990).
- Ninfas: morfológicamente son muy similares a los adultos, pero más pequeñas, ápteras y un poco más claras (Latorre, 1990).

- Adulto: las hembras ápteras y aladas son frágiles, piriformes, y provistas de largas antenas y de dos cornículos o sifones dorsoabdominales. Las hembras aladas tienen cuatro alas membranosas y presentan un tórax más oscuro que las formas ápteras (Latorre, 1990).

A. gossypii es verde amarillento, claro o verde oscuro, según el hospedero en el cual se alimente. Las articulaciones de las patas y los cornículos son negros. Estos últimos presentan una mancha oscura que rodea su base, excepto en su parte anterior (Latorre, 1990).

M. persicae mide entre 1,4 y 2,6 mm. Por lo general es amarillo verdoso y a veces rojizo. Las hembras aladas tienen un abdomen rojizo o verde grisáceo, con manchas dorsales oscuras, cortos cornículos y tubérculos frontales convergentes.

Las colonias inician en los tejidos tiernos de las plantas y se reproducen con rapidez, ya que cada hembra puede generar de 25 a 100 ninfas. Estas últimas maduran en 10 días o más, dependiendo de la temperatura ambiental y de la disponibilidad de alimento. Cuando las colonias crecen exageradamente y el alimento tiende a escasear, aparecen hembras aladas que se desplazan en busca de nuevos hospederos (Latorre, 1990).

Daños

Los daños se producen por focos. Sus picaduras causan la salida de la savia y detienen el crecimiento, las hojas se rizan y abarquillan, deformándose y debilitándose. Estos insectos pueden ser vectores de virosis al alimentarse de una planta infectada y luego desplazarse a una sana, transmitiendo la enfermedad (Reche, 1997).

Como se ha mencionado anteriormente, los pulgones segregan una sustancia (una especie de melaza) que permite el desarrollo de diversos hongos, formando lo que se conoce como fumagina, que cubre zonas de la planta con una coloración negruzca y da un aspecto sucio a la planta. Estos hongos reducen la superficie foliar necesaria para la fotosíntesis (Reche, 1997).

Métodos de control

Monitoreo

Los métodos de monitoreo más utilizados son: el promedio de áfidos por hoja; la incidencia de áfidos en el cultivo, expresada porcentualmente, y el número de áfidos capturado por una trampa amarilla con agua y algún detergente. Estas metodologías permiten detectar la llegada de los adultos alados, para tomar medidas oportunas de control y prevenir la transmisión de virosis (Latorre, 1990).

Control cultural

Latorre (1990) y la FAO (2013) recomiendan las siguientes prácticas culturales:

- Evitar la infección de los plantines, para lo cual se utilizan mallas antiinsectos en el almácigo.
- Utilizar plántulas sanas, libres de pulgones, con el fin de evitar que la plaga se disemine en el cultivo.
- Realizar monitoreos semanales para detectar la presencia de la plaga.
- Mantener el lote libre de malezas hospederas, que funcionan como sitio de sobrevivencia y fuente de infestación, aunque en ellas también se encuentran sus enemigos naturales.
- Eliminar los residuos de cosecha.
- Usar cultivos trampa y trampas amarillas alrededor del cultivo, con el objetivo de detectar la presencia de la plaga.

Control etológico

Los adultos de esta y otras especies son atraídos por bandejas de color amarillo llenas de agua (Vélez, 1997).

Control químico

Las aplicaciones de insecticidas solo se justifican cuando existen severas infestaciones, especialmente en las plántulas, o cuando se pretende prevenir la transmisión de virosis. Con este propósito, se pueden seleccionar productos aficidas selectivos (Latorre, 1990). Algunos de los productos utilizados para la prevención y control de áfidos tienen ingredientes activos base de ají o ajo, imidacloprid, lambdacialotrina y diafentiuron.

Control biológico

Los entomopatógenos más utilizados son productos comerciales a base de los hongos *Beauveria bassiana* (2,2 x 1.010 UFC/ml) (Fuentes, 2008) o *Verticillium lecanii*. También se puede utilizar el depredador *Chrysoperla* sp., en dosis que oscilan entre 20.000 y 60.000 larvas/ha, dependiendo del nivel de infestación.

En cultivos en invernadero, se utilizan dosis de entre 50.000 y 300.000 larvas/ha, debido a lo intensivo del cultivo y a los bajos niveles de daño permitidos. Se deben dosificar y empacar en bolsas la cantidad requerida por cama (Perkins, 2009).

Minador de la hoja

Las principales especies consideradas minadores de la hoja son *Liriomyza sativae* (Blanchard), *Liriomyza trifolii* (Burgess) y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), que pertenecen a la familia Diptera y al orden Agromyzidae.

Características generales

El adulto de esta plaga es una mosquita pequeña, negra y amarilla (Bustillo & Alomia de Gutiérrez, 1983; López, 1992). Su cabeza es de color amarillo fuerte, y su frente se proyecta ampliamente hacia arriba de los ojos compuestos, que son de color café rojizo, y se estrecha por debajo de ellos (De la Cruz, Cardona, & De la Cruz, 1989; Salas & Parra, 1994). En el dorso, su abdomen es negro, con algunas zonas de color amarillo intenso (De la Cruz et al., 1989). Las alas son membranosas y hialinas (Salas & Parra, 1994).

La larva, que se ubica dentro de la hoja, es ápoda, acéfala y de forma casi cilíndrica (De la Cruz et al., 1989). En este estadio es en el que causa un daño directo, dado que, al alimentarse, construye en las hojas minas o galerías transparentes, lineales o irregulares.

Ciclo de vida

Son insectos hemimetábolos (de metamorfosis incompleta), es decir que durante su ciclo de vida pasan de huevo a ninfa y de ninfa a adulto (Morales et al., 2006). En condiciones de laboratorio de 26 °C y un 67 % de humedad relativa, la duración promedio del ciclo, de huevo hasta adulto, es de 18,5 días, y se pueden presentar hasta 19 generaciones por año. En el laboratorio y alimentados con agua azucarada al 5 %, la hembra vivió en promedio 6 días y el macho 10 (Salas, 2001; Salas & Parra, 1994).

Huevo

El adulto pone cada huevo individualmente, entre la epidermis y el mesófilo de los folíolos, es decir, bajo la epidermis del haz de la hoja (De la Cruz et al., 1989). El huevo es pequeño, liso, blanco lechoso, de forma elipsoidal, delicado y liso (De la Cruz et al., 1989; López, 1992; Salas, 2001; Salas & Parra, 1994; Vélez, 1997).

A medida que se aproxima a la eclosión, se vuelve traslúcido o transparente. Tiene un tamaño aproximado de 0,1 a 0,2 mm (Salas & Parra, 1994). En este estado permanece entre 3 y 5 días (Vélez, 1997), y el periodo de incubación tiene una duración de 2 a 4 días (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Catie], 1990; López, 1992).

Durante su vida, una hembra puede producir entre 600 y 700 huevos, aunque se estima que es más común una producción de 200 a 300. Puede poner de 30 a 40 huevecillos por día, pero la oviposición disminuye a medida que la mosca envejece (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato [Cesaveg], 2005).

Larva

Del huevo emerge una larva vermiforme (con forma de gusano), ápoda, acéfala, transparente y elipsoidal (De la Cruz et al., 1989; Salas, 2001), la cual presenta piezas bucales adaptadas para perforar tejidos y succionar la savia de los folíolos. Se alimenta del parénquima de la hoja y va formando minas o galerías sinuosas y transparentes (Bustillo & Alomia de Gutiérrez, 1983; López, 1992; Sanabria, 1994).

En su desarrollo, atraviesa por tres instares larvales, y en el último, la larva exhibe un color amarillo intenso (De la Cruz et al., 1989; López, 1992; Salas & Parra, 1994) y mide cerca de 2 mm de largo (ICA, 2012; López, 1992).

Antes de que termine el estado larval, hace un agujero de salida en la epidermis del envés del foliolo (López, 1992), y cuando logra salir se desplaza por la superficie de la hoja, buscando protegerse de la luz, para finalmente cubrirse con el pupario (De la Cruz et al., 1989). Se mantiene en esta etapa entre 7 y 10 días (Catie, 1990; Salas & Parra, 1994; Vélez, 1997).

La larva madura corta una rendija semicircular, por lo general en el haz de la hoja minada, justo antes de la formación del pupario. Es usual que emerja desde la mina y se introduzca en el suelo unos pocos centímetros, para formar el pupario.

Cada instar se completa en dos o tres días, dependiendo de la temperatura. La primera etapa larval barrena el mesófilo del tejido, y la segunda concentra su alimentación en la superficie superior (Cesaveg, 2005).

Pupa

Durante esta fase la larva se contrae y toma una forma elipsoidal, se acorta en su longitud, presenta una coloración amarilla anaranjada, y cesa todos sus movimientos para luego pupar (Salas, 2001).

La pupa es de tipo coarctata, de forma cilíndrica y segmentada, y la región anterior es más ancha que la posterior (Salas, 2001), en forma de barrilito, (López, 1992). La coloración inicialmente es amarilla, luego adquiere un tono más oscuro, amarillo anaranjado (De la Cruz et al., 1989; Salas, 2001; Salas & Parra, 1994).

Por lo general, la pupa se forma en el suelo, pero puede encontrarse en el envés del foliolo o dentro de la hoja (López, 1992). En esta etapa dura entre 8 y 15 días (López, 1992; Salas & Parra, 1994).

Después de 9 días, emerge el adulto (macho o hembra), sobre todo durante las primeras horas de la mañana. El apareamiento inicialmente ocurre al día

siguiente de la emergencia del adulto, aunque se han observado múltiples apareamientos en ambos sexos (Capinera, 2001 citado por Cesaveg, 2005).

Adulto

Los adultos son de color amarillo y negro, con el fémur amarillo, el mesonoto negro brillante y el margen posterior de los ojos negro. Las hembras son más grandes, robustas y con el abdomen más elongado que los machos. La longitud de las alas es de 1,25 a 1,7 mm, el macho con un promedio de 1,3 mm y las hembras con uno de 1,5 mm.

El adulto recién emergido del pupario es muy activo, su cuerpo es blando y húmedo, y al cabo de una hora toma una coloración negra y amarilla (Bustillo & Alomia de Gutiérrez, 1983; De la Cruz et al., 1989; López, 1992).

Normalmente, viven cerca de un mes, volando alrededor de la planta con movimientos bruscos (Ronald & Kessing, 1991, citado por Cesaveg, 2005). Aunque los vuelos son raros durante los meses fríos del año, a menudo logran altos niveles de daño a mediados del verano. En climas cálidos pueden presentar varias generaciones traslapadas por año. La alimentación y la oviposición comienzan al amanecer, con picos durante la media mañana (Capinera, 2001 citado por Cesaveg, 2005).

Daños

El principal daño lo causa la larva. A medida que se alimenta del parénquima de la hoja va formando minas o galerías, o minas en forma de serpentina, y cuando el daño es severo ocasiona el quemado total del follaje (Bustillo & Alomia de Gutiérrez, 1983; Latorre, 1990; López, 1992; Salas, 2001).

Inicialmente, estas galerías son delgadas, pero conforme la larva aumenta de tamaño y pasa por los diferentes instares, la mina va aumentando de diámetro, y puede llegar a formar una especie de galería.

Por lo general, la larva se observa dentro de la galería, en lo que se conoce como mina activa, ya que, si no se encuentra, el daño es viejo o una mina inactiva

(López, 1992). A través del recorrido de la larva en la mina se puede observar un hilo de excrementos (De la Cruz et al., 1989).

La formación de las minas interfiere con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, ocasionando que las hojas se sequen o se caigan prematuramente (Jaramillo et al., 2013; Wyckhuys et al., 2009). Si en la época de fructificación el daño es severo, la planta se defolia, y los frutos expuestos al sol pueden verse afectados (Jaramillo et al., 2007). Los daños indirectos están asociados a la entrada de hongos y bacterias por las lesiones causadas por la larva y el adulto (Wyckhuys et al., 2009).

El adulto también causa lesiones por la acción de la alimentación y la oviposición (Jaramillo et al., 2013, 2007). Perfora la epidermis foliar, generalmente por el envés de la hoja, para alimentarse, chupando la savia que fluye de las células perforadas y debilitando las hojas. Este daño aparece por el haz como un punteado blanquecino generalizado, que puede confundirse con un ataque de ácaros o arañitas.

Cucarroncitos del follaje

En Colombia, las principales especies de crisomélidos consideradas cucarroncitos del follaje pertenecen a los géneros *Cerotoma*, *Diabrotica* y *Colaspis*.

En nuestro medio, esta plaga hace daño principalmente en su etapa adulta, perforando las hojas de algunos cultivos y malezas. Durante los últimos años se ha observado un incremento de las poblaciones de estos crisomélidos, y se han convertido en plagas de importancia económica en cultivos como soya, frijol y cacao, en los que, además de causar la defoliación, afectan las inflorescencias y los frutos.

En otros cultivos, como algodón, girasol, maíz y tomate, sus poblaciones son menores, pero son una amenaza permanente, ya sea por el daño mecánico o porque algunas especies de crisomélidos son vectores de enfermedades virales (García, 1985).

Control cultural

Los cucarroncitos del follaje exhiben una gran capacidad de vuelo, y migran fácilmente de focos hacia cultivos no infestados. Por ello se recomiendan diferentes medidas de tipo cultural, como siembras uniformes dentro del área, destrucción oportuna de las malezas hospedantes, buena preparación del suelo, rotación de cultivos, riego, y todas aquellas estrategias que ayuden a reducir su albergue y alimento.

Control biológico

Los enemigos naturales de los crisomélidos son relativamente pocos y por lo general su acción no alcanza a regular las altas poblaciones. Se han encontrado predadores como *Zelus* sp. y *Calosoma granulatum*, el parásito *Nosema* sp. y el patógeno *B. bassiana*.

Control químico

Los adultos de los crisomélidos son muy susceptibles al control químico. Por lo general mueren por contacto, y por ello se aconseja emplear insecticidas que actúen mediante este mecanismo.

Los productos que más se recomiendan son triclorfón (0,5 kg i. a./ha), carbaril (1,0 kg i. a./ha), EPN (0,3 kg i. a./ha), monocrotofos (0,3 kg i. a./ha) y metomilo (0,2 kg i. a./ha). En algodón se han obtenido magníficos resultados de protección del follaje contra el daño de *Colaspis* sp., aplicando profenofos y diflubenzuron.

Para ordenar un control químico es importante relacionar la infestación con el estado de desarrollo del cultivo y los factores ambientales, y tener en cuenta el avance y el tipo de daño. Aunque se refirieren exclusivamente a leguminosas (fríjol y soya), podríamos aceptar los niveles propuestos por Cardona, González y Schoonhoven (1982), quienes indican que, cuando se presenten más de dos adultos en los primeros 8 días de edad del cultivo y la población de adultos pase de cuatro, se podría acudir al control químico en la época de floración (35 a 40 días después de la siembra).

Otro criterio que se puede emplear es el del avance del daño. Hay señales de alarma cuando se observa que la mayor parte de las plántulas presentan los tejidos meristemáticos perforados por los adultos o, en un estado más adelantado del cultivo, cuando se encuentra que, además de las perforaciones del follaje, ocurre un daño a flores y a las vainas en formación.

Si las infestaciones son generalizadas en la finca y en cultivos vecinos, el control químico debe generalizarse también, para evitar rápidas reinfestaciones como consecuencia de la migración de los adultos.

Finalmente, es importante recordar la necesidad de visitar con la mayor frecuencia posible los cultivos, para verificar la presencia de las plagas, evaluar su daño, tomar las medidas de control o hacer el manejo oportuno.

Capítulo VIII

Manejo de cosecha y poscosecha del calabacín

Introducción

La cosecha es el momento en el que el fruto se recoge, y que refleja el manejo cultural que se le ha dado al cultivo del calabacín en el campo. En esta fase se aprecia la calidad y se comprueba si la fruta obtenida satisface los requisitos del cliente y del productor.

La poscosecha es el puente que une la producción y el consumo; por lo tanto, debe garantizar que la calidad de la fruta que llega al consumidor sea la mejor. Con ese fin, mediante diferentes operaciones de acondicionamiento, se protege el producto de diversas fuentes de daño y se le puede transferir mayor valor.

De manera similar a lo que ocurre en la cosecha, si durante la poscosecha el producto no se maneja de manera adecuada, su calidad se puede malograr, causando la pérdida de la inversión que el agricultor ha realizado durante meses, o incluso años.

Para llevar a cabo una cosecha y una poscosecha correctamente, es importante tener en cuenta algunos conceptos básicos de la fisiología poscosecha, que explican la evolución de la fruta en diferentes condiciones o estímulos ambientales.

De acuerdo con lo mencionado, a continuación se describen los procedimientos que deben tenerse presentes en la cosecha y la poscosecha del calabacín, partiendo de antecedentes internacionales y nacionales, así como la toma de datos con cultivadores en campo.

Características físicas, químicas y valor nutricional

El calabacín presenta un contenido nutricional que hace que se incluya en el grupo de los alimentos cuyo consumo diario es importante. Su principal componente es el agua, seguida de carbohidratos y pequeñas cantidades de grasas, proteína y betacarotenos; posee contenidos normales para un vegetal de diferentes vitaminas, que incluyen las del grupo B, como B₁, B₂ y B₆, y los folatos, que son importantes en la producción de glóbulos rojos y blancos, la síntesis de material genético y la formación de los anticuerpos del sistema inmunológico.

Los minerales que se encuentran en el calabacín son una buena fuente de bioelementos como el potasio, y presenta menores cantidades de hierro, magnesio, fósforo y sodio (tabla 6). La presencia de mucílagos confiere a este fruto propiedades emolientes (suavizantes) en el aparato digestivo, lo que lo convierte en un alimento de fácil digestión y un ligero efecto laxante, por lo que resulta conveniente ante problemas de mala digestión, gastritis y estreñimiento.

Todo lo anterior hace del calabacín un producto cuyo consumo contribuye a cubrir las necesidades de vitaminas y minerales, especialmente las de vitamina C y potasio. Un calabacín de tamaño medio aporta el 26 % de la ingesta diaria recomendada de vitamina C en hombres y mujeres de 20 a 39 años; además, es apto para personas con sobrepeso y es recomendable en la dieta de hipertensos, por su elevada relación potasio-sodio.

En cuanto a las semillas, contienen ácidos oleico, linoleico, esteárico y palmítico, y pequeñas cantidades de alcaloides, vitaminas, proteínas y aminoácidos. Los calabacines de color verde oscuro se identifican como una buena fuente de clorofilas y los amarillos contienen compuestos promotores de la salud (Centro de Transferencia Agroalimentaria [CITA], 2006; Reche, 2000; Romojaro, 2016; Sáez, 2007; Sociedad Española de Nutrición [SEN], 2013).

Tabla 6. Composición química y valor nutricional por 100 g de calabacín

Composición	Unidad	Composición	Unidad	Composición	Unidad
Porción comestible	79 %	Agua	96,5 g	Energía	12 a 17 kcal
Potasio	260 mg	Sodio	1 mg	Magnesio	8 mg
Hierro	0,4 mg	Zinc	0,2 mg	Calcio	24 mg
Fósforo	21 mg	Ácido ascórbico	22 a 35 mg	Ácido fólico	13 µg
Carotenos	450 µg	Betacaroteno	21 µg	Vitamina B ₆	0,06 mg
Vitamina A	Eq. retinol 90 µg	Tiamina	0,04 mg	Riboflavina	0,04 mg
Equivalentes de niacina	0,06 mg	Lípidos	0,2 g	Proteínas	1,2 g
Fibra	0,5 g	Fenoles totales	3 a 4,3 mg GAE/g de peso seco	Clorofila	2.602 µg/g
Carbohidratos	4,4 g	Sólidos solubles totales	4,6 °Bx		

Fuente: Blanco (2015); Del Río et al. (2015); Infoagro (2017); Moreiras, Carbajal, Cabrera y Cuadrado (2013); Nascimento (2008); Sánchez, Villanueva, Sánchez, Sahagún, & Villanueva (2014)

Aspectos de la fisiología poscosecha

Entre los aspectos que se deben considerar para hacer un manejo adecuado del fruto durante la cosecha y la poscosecha, hay algunos conceptos básicos de su fisiología poscosecha, que constituyen el soporte para realizar las diferentes recomendaciones.

El calabacín se encuentra dentro los frutos denominados pepónides¹ y se debe tener en cuenta que se trata de una estructura viva, que respira, transpira (figura 57), envejece y muere, como todo ser viviente. Además, el calabacín es

¹ f. Bot. Fruto carnoso unido a un cáliz, con una sola celda y muchas semillas adheridas a tres placentas. Fruto procedente de un ovario ínfero y que en la madurez presenta una cubierta reforzada. Son característicos de la familia cucurbitáceas. Frutas y hortalizas cultivadas como el melón, la calabaza, los calabacines y el pepino presentan frutos de este tipo.

un fruto no climatérico (Megías et al., 2016), lo cual significa que, una vez cosechado, su proceso de maduración se detiene, es decir, que sus características sensoriales no mejoran.

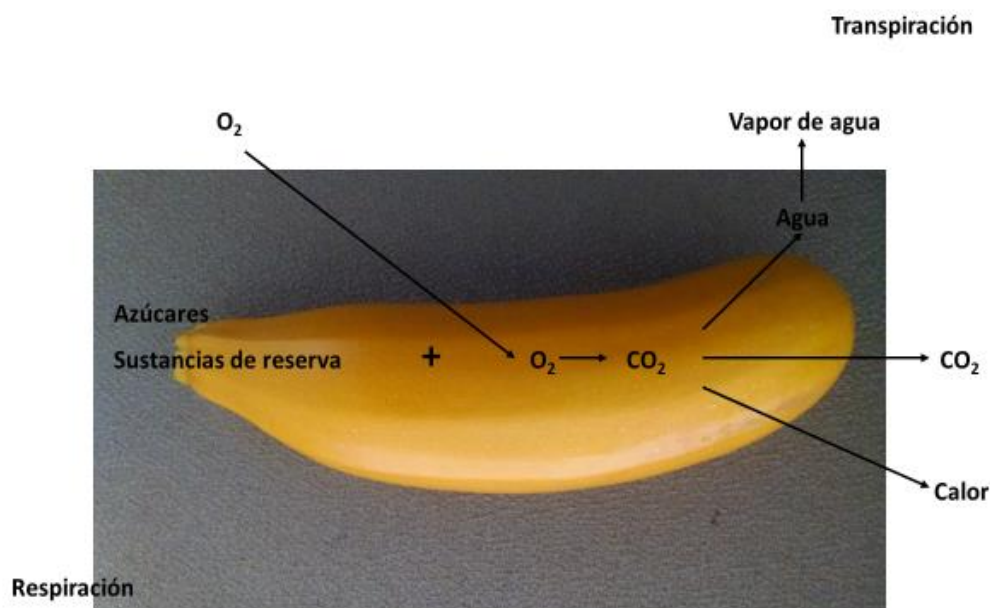


Figura 57. Proceso respiratorio del calabacín en poscosecha.

Fuente: Adaptación de Gallo (1997)

Factores extrínsecos

Estos factores están relacionados con la temperatura, la composición de la atmósfera, la velocidad del aire y la humedad relativa. El incremento de la temperatura acelera todas las reacciones de degradación de un vegetal: por cada 10 grados centígrados de aumento, la tasa de respiración puede acelerarse hasta tres veces (Kader, 2007), lo que significa que el tiempo de vida útil se puede reducir en esa misma proporción.

Otro factor externo que hay que controlar es la composición de la atmósfera: ubicar el calabacín en un ambiente de alta concentración de oxígeno conducirá a una menor vida poscosecha del fruto, y si la velocidad del aire es alta y la humedad relativa es baja, se favorece la rápida deshidratación del producto.

Factores intrínsecos

Entre estos factores se pueden mencionar la variedad, la parte u órgano de la planta, la anatomía del tejido, la edad o el grado de desarrollo y el tamaño del producto, y los daños en su cáscara, cutícula o pulpa.

Un aspecto fisiológico importante en el manejo del calabacín es su carácter no climatérico, con una producción de etileno clasificada como muy baja. Sin embargo, esta puede incrementarse cuando el producto se almacena a temperaturas muy bajas (0 a 3 °C), que causan daño por frío (McCollum, 2016; Romojaro, 2016).

En cuanto a la edad o grado de desarrollo del producto, el hecho de que la piel del calabacín sea muy tierna en el momento de la cosecha la hace susceptible a daños y magulladuras (figuras 58 y 59), que se convierten en la causa de pérdidas de agua y de la aparición de problemas causados por patógenos (McCollum, 2016).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 58. Daño en la piel del calabacín por rozamiento.



Foto: Germán Franco

Figura 59. Daño en la piel del calabacín por magulladuras.

De igual forma, es importante considerar el proceso de la transpiración o pérdida de agua del fruto en forma de vapor. Dado que el calabacín tiene un alto contenido de agua (Romojaro, 2016), su pérdida se refleja en la deshidratación y marchitez.

La transpiración es un factor que incide directamente en la vida y la calidad del calabacín en poscosecha, pues por lo general se cosecha en un estado inmaduro, lo que ocasiona una deshidratación más fácil, debido a que su piel no está completamente formada (Romojaro, 2016). Por tal razón, es frecuente que en estos frutos se utilice el método del encerado, para reducir la pérdida de humedad y el arrugamiento de la piel, y alargar la vida útil (Zitter, Hopkins, & Thomas, 1996).

En frutos que se recolectan inmaduros, la pérdida de firmeza y su marchitamiento progresan rápidamente, lo que se traduce en una disminución del peso que, si llega al 3 % o más, se puede apreciar a simple vista. Para evitar esta situación, se recomienda un preenfriado y un almacenamiento a la temperatura adecuada (10 °C) (Infoagro, 2017; McCollum, 2016).

Índices de madurez

El índice de cosecha para frutos inmaduros, como es el caso del calabacín, se basa principalmente en el tamaño y el color. Este producto se recolecta en

diferentes tamaños, según la demanda del mercado: si es para consumo en fresco, se cosecha en estado inmaduro (tierno). Por lo general, la recolección se realiza en esta condición, lo que implica que los frutos estén en activa evolución (Barreiro, 2000; Cantwell & Kasmire, 2007; Romojaro, 2016) y hace necesario cosechar con frecuencia, para asegurar el estado de madurez deseado.

La edad en que se cosecha el calabacín hace que el fruto posea una elevada tasa metabólica, con un calor de respiración muy alto respecto a otras hortalizas, por lo que puede perder agua y firmeza rápidamente. Por tal razón, se recomienda enfriar el producto lo más pronto posible, para reducir estos cambios indeseables en poscosecha (Cantwell & Kasmire, 2007; Lutz & Handenburg, 1968), como se citó en Romojaro (2016).

Cosecha del calabacín

La cosecha es la etapa de la producción en la que se consolida todo el trabajo realizado durante el cultivo. Por consiguiente, se debe hacer de manera planificada, para no perder los recursos invertidos. El agricultor ve esta etapa como la recolección y el alistamiento del fruto para entregarlo al comprador, pero desde el punto de vista empresarial, es la

(...) fase de la producción comercial de un cultivo en que el empresario agrícola planea, organiza, coordina, ejecuta, verifica y realimenta los procesos administrativos que permiten recolectar y colocar en el mercado productos que satisfagan los requisitos del consumidor en términos de calidad, cantidad, oportunidad de suministro y precio. (Antía & Torres, 1998).

De acuerdo con lo anterior, la cosecha no inicia con el desprendimiento del fruto de la planta, sino con su planificación para lograr un proceso eficiente y eficaz, es decir, que implique el menor porcentaje posible de pérdidas de frutos y una rápida recolección. Es común que en el cultivo del calabacín se realicen siembras escalonadas, por lo que el proceso de comercialización se realiza durante todo el año.

Los frutos de esta especie se pueden consumir en diversos estados de madurez (figura 60), pero para la obtención de semilla es necesario que el fruto complete su desarrollo fisiológico (Barreiro, 2000; Infoagro, 2017).

El 75 % de los productores tienen en cuenta las exigencias del comprador, quien solicita frutos con una madurez comercial con las siguientes características: calabacín en estado fisiológico inmaduro y tierno (antes de endurecer o que se formen las semillas), ya que tiene pulpa y semillas de mayor terneza, con un sabor ligeramente dulce. Los frutos maduros (figura 61) no son aptos para la comercialización, aunque en algunas zonas de Cundinamarca se utilizan para la elaboración de sopas.



Foto: Luz Mary Quintero Vásquez

Figura 60. Diversos estados de madurez en los que se comercializa el calabacín en Antioquia y Cundinamarca. a. Frutos inmaduros; b. frutos maduros



Foto: Germán Franco

Figura 61. Calabacín maduro con semillas formadas.

En general, el índice de cosecha que usan los productores es el tamaño, el cual relacionan con el peso del fruto (entre 400 y 800 g/fruto). Otros factores que pueden servir como índices de recolección, y que los agricultores no consideran en el momento de la cosecha, son el color del fruto, su dureza y la ternura de la piel.

La recolección del calabacín está condicionada al ciclo de cultivo, el cultivar sembrado y el tipo de uso que se le vaya a dar (Reche, 2000; Toca, 1998). En las condiciones de Antioquia y Cundinamarca, para su uso como fruto inmaduro, se cosecha a partir de los 58 y 65 días después de la siembra, respectivamente, y la recolección es continua en un periodo de cuatro a seis semanas, con un promedio de dos cosechas semanales.

Esta práctica se encuentra dentro de las recomendaciones generales para pequeñas plantaciones, en las que se sugiere una frecuencia de recolección de cada dos a tres días, y hasta de tres a siete días al final del ciclo. Cuando los cultivos son de gran tamaño, es recomendable que se haga a diario (Agrolanzarote, 2012; Blanco, 2015; Fernández, 2015; Reche, 2000). En las zonas de estudio, un operario puede recolectar entre 400 y 800 kg de fruta por jornal. Durante su ciclo, una planta puede producir entre 30 y 50 frutos comercializables (figura 62).



Foto: Germán Franco

Figura 62. Planta en fase productiva activa, con buen potencial de producción.

Entre los agricultores encuestados, el 70 % cosecha a cualquier hora del día, y quienes lo hacen en la mañana se ubican en la zona productora del Oriente antioqueño. Además, el 60 % no protege del sol el producto cosechado, y el 94 % no lo hace de la lluvia. Se recomienda cosechar a primera hora de la mañana o al final de la tarde porque, cuando se recolecta con altas temperaturas, el tiempo de vida útil del producto es más corto (Wills, McGlason, Graham, & Joyce, 1998).

En la cosecha, los agricultores realizan el corte del fruto de dos formas: a mano, sin la utilización de herramientas, o con cuchillo o tijera, dejando el pedúnculo de tres centímetros de longitud, lo cual prolonga la duración del fruto y evita problemas fitosanitarios en la planta (figura 63).

Los frutos no se deben halar para desprenderlos de la planta, sino cortarlos, pues una mala recolección puede ocasionar defectos de calidad, como daños por compresión, magullado y abrasión. La gran mayoría de cultivadores no

desinfectan las herramientas de cosecha, y quienes lo hacen utilizan yodo. Así mismo, el 94 % de los agricultores no deposita el calabacín suavemente en el recipiente de cosecha, lo que causa daños en la piel del fruto.



Figura 63. Cosecha de calabacín. a. Con cuchillo; b. Con tijera; c. Fruto cosechado con pedúnculo; d. Fruto mal cosechado, sin pedúnculo.

Las operaciones de cosecha y poscosecha se deben realizar cuidadosamente, para evitar golpes, rozamientos, pérdida de calidad visual, aumento de la pérdida de agua y aparición de pudriciones. Esto se traduce en que es necesario reducir al mínimo los trasvases durante la cosecha y poscosecha (Agrolanzarote, 2012; Blanco, 2015; Cantwell & Kasmire, 2007; Giambanco, 2003; Infoagro, 2017; Lardizábal & Theodoracopoulos, 2004; Reche, 2000; Toca, 1998). Por lo tanto, los frutos cosechados se deben depositar en cestas o en cubos forrados con tela, con el fin de que no reciban golpes.

Teniendo en cuenta que la cosecha es intensiva, se requiere abundante mano de obra. Se estima que para una hectárea se necesitan alrededor de 15 personas, quienes deben cosechar la mitad de esta área con una frecuencia de

un día de por medio, para evitar que la fruta exceda el momento óptimo de recolección que exige el mercado (Giambanco, 2003).

Además de las lesiones que se le ocasionan al calabacín inmaduro en el momento de la cosecha, también puede sufrir daños físicos durante las operaciones de clasificación, transporte, empaque y acondicionamiento (Zitter et al., 1996). Entre ellos está el impacto, que se presenta cuando los frutos se depositan bruscamente en los recipientes de recolección o en el empaque, así como en el transporte, cuando se exponen a demasiada vibración (figura 64a).

También puede darse la abrasión, ocasionada por el roce entre frutos o de estos con las paredes de los empaques. Puede ocurrir incluso en el campo, cuando los frutos en proceso de crecimiento, adheridos a la planta, se rozan contra partículas del suelo o contra los tricomas de la planta (figura 64b).

Por último, el daño por compresión se observa cuando el producto se superpone en un número de capas mayor a las recomendadas. Según McCollum (2016), cada empaque debe tener un máximo de cuatro capas, para evitar el deterioro del producto. En el caso de que se empaque una mayor cantidad, el peso de los frutos de las capas superiores ocasiona daños a los que están en el fondo del empaque (figura 64c).

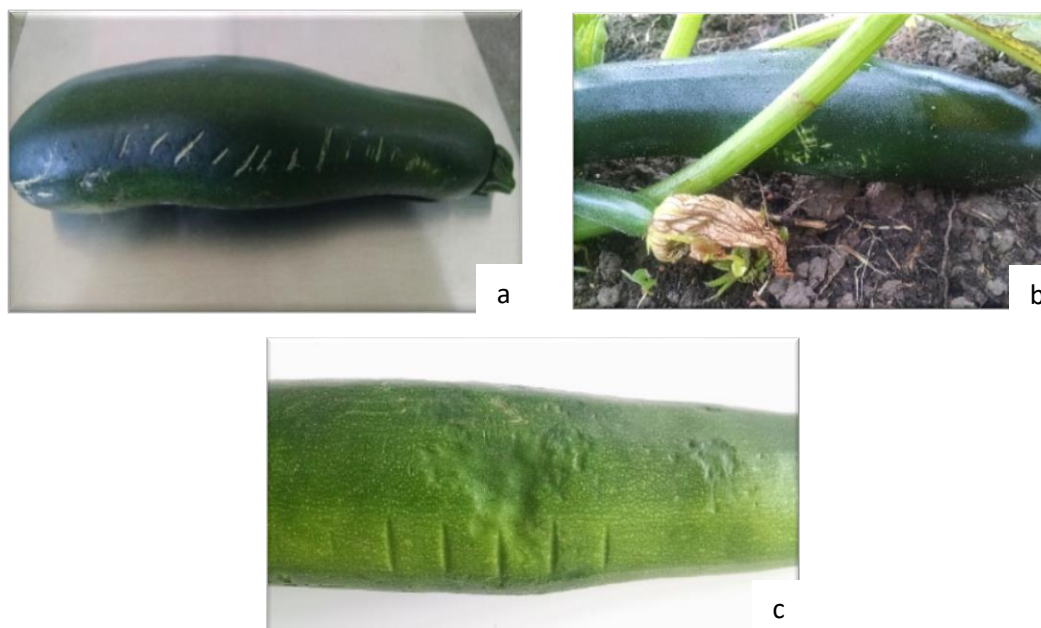


Foto: Germán Franco

Figura 64. Lesiones físicas durante las operaciones de clasificación, empaque, acondicionamiento y transporte. a. Impacto; b. Abrasión; c. Compresión.

Con el fin de que los productos lleguen al consumidor en las mejores condiciones de higiene y calidad, las manos de los operarios, los recipientes, utensilios, herramientas y demás elementos que entren en contacto con el calabacín se deben lavar y desinfectar.

Para el lavado de los recipientes, los productores utilizan agua y detergente, frotan con esponja y enjuagan con abundante agua. En caso de realizar la desinfección, se prepara una solución de yodo al 0,3 % (3 cm³ de yodo por litro de agua), se aplica, se deja actuar al menos durante 10 minutos, y luego se enjuaga con abundante agua.

Acondicionamiento del producto

Una vez que se han cosechado los frutos, y de preferencia directamente en el campo, se debe proceder a su selección y clasificación. En esta etapa se eliminan frutos atacados por insectos y hongos, así como los maduros y los defectuosos.

En caso de que presenten suciedad visible, se deben limpiar. Si el área de cultivo es pequeña, este proceso se puede realizar manualmente, con una tela suave o toallas de papel desechables. Si el tamaño de la explotación es grande, se utilizan máquinas cepilladoras de rodillos con pelo de crin de caballo o de polietileno; este cepillado ayuda a aumentar el brillo de la cáscara. No se recomienda lavar el calabacín con agua (Fayos, Blanco, Pérez, Domínguez, & Font, 2012).

Acopio

Debe hacerse en un sitio sombreado, con el fin de proteger el producto del sol directo y, por lo tanto, minimizar la pérdida de agua y otros cambios poscosecha indeseables. Para el efecto, se puede disponer de una mesa pequeña en el lote de cultivo en un sitio a la sombra (figura 65a), o llevar frecuentemente el producto hasta el lugar de la finca donde se acondiciona (figura 65b), para realizar las operaciones descritas. Luego de esto, el calabacín se coloca en el empaque de venta (Cantwell & Kasmire, 2007).



Foto: Germán Franco

Figura 65. Acondicionamiento. a. En campo; b. En el acopio de la finca.

Normalización

Consiste en la limpieza, calibrado, clasificado, envasado y etiquetado, de acuerdo con los requerimientos del cliente. En la fase de poscosecha, el 79 % de los agricultores pertenecientes al estudio seleccionan el producto, el 82 % lo

clasifican y el 51 % realiza algún tipo de limpieza y lavado al fruto, sobre todo en la zona productora del Oriente antioqueño (figura 66).

En cuanto a las pérdidas en cosecha o poscosecha, en Cundinamarca son más bajas que en el Oriente antioqueño. La fruta que se descarta tiene usos como compostaje (11 %), consumo familiar (19 %) y consumo animal (43 %).



Foto: Jorge Jaramillo Noreña

Figura 66. Lavado de calabacín con agua limpia en zonas de producción.

Calidad

La calidad del producto depende de las preferencias del consumidor. En el caso de Antioquia y Cundinamarca, la principal forma de consumo del calabacín es como fruta fresca (con cáscara y semillas), como ingrediente de ensaladas, sopas y cremas. Los frutos jóvenes y pequeños son más tiernos y tienen un sabor ligeramente dulce; si se dejan desarrollar por completo en el cultivo, su cáscara se torna dura y pierde su valor culinario para el consumo en fresco (Infoagro, 2017; Toca, 1998).

Las exigencias de calidad del calabacín en Antioquia y Cundinamarca son determinadas por los compradores intermediarios, los almacenes de cadena y el consumidor final, que requieren frutos sin daños mecánicos, sin plagas ni enfermedades, con un peso entre 400 y 800 g (figura 67), y sin malformaciones como ennieblado, chupado, torcido, doble, o con necrosis apical (figuras 68a, 68b, 68c, 68d y 68e) (Blanco, 2015).

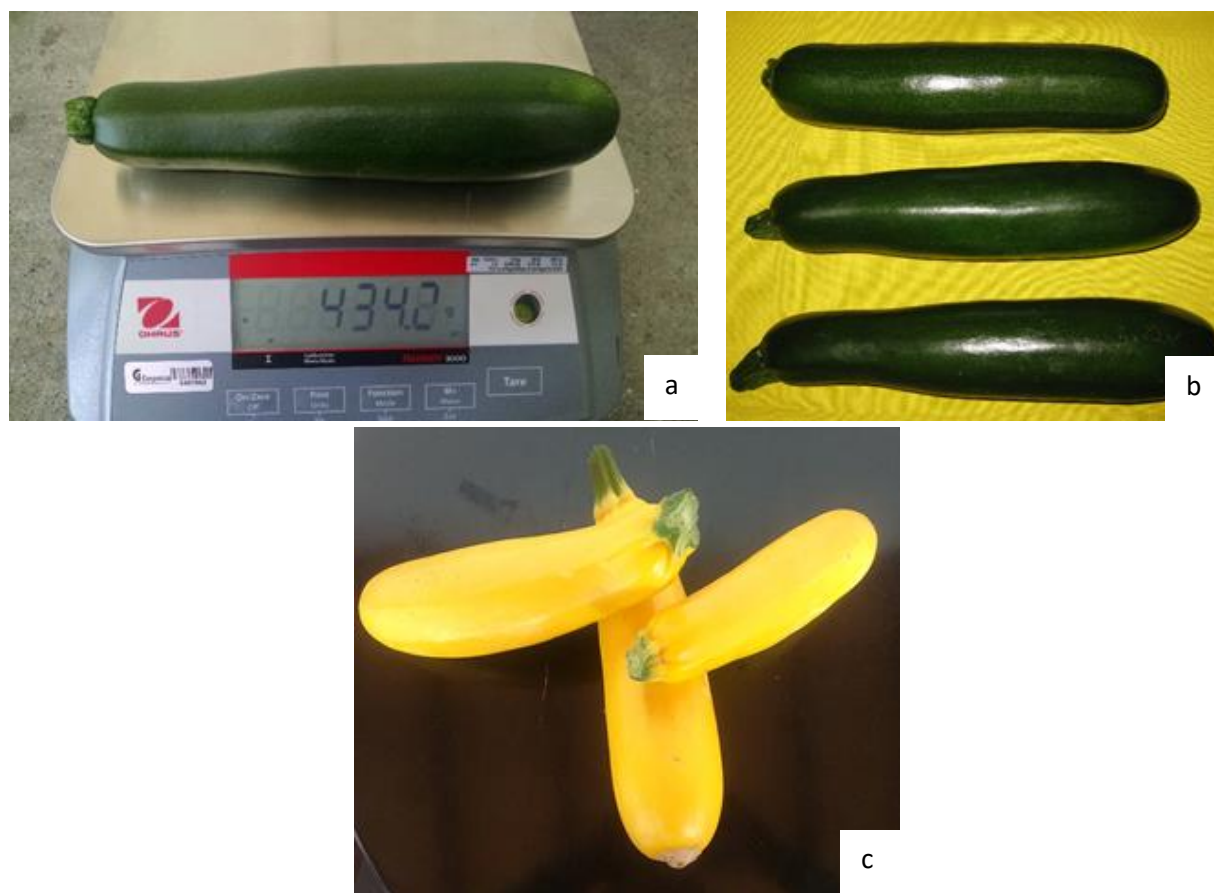


Foto: Luz Mary Quintero y Germán Franco

Figura 67. Frutos de calabacín aptos para la comercialización en almacenes de cadena y mercado local. a. Fruto de calabacín con un peso superior a 400 g.; b. Frutos sin daños mecánicos; c. Frutos libres de plagas y enfermedades.



Foto: Germán Franco

Figura 68. Principales malformaciones o defectos en frutos de calabacín. a. Fruto ennieblado (aborto); b. Fruto chupado; c. Fruto con necrosis apical; d. Torcido; e. Doble.

Fuente: Blanco (2015)

La suavidad y la firmeza son características importantes de calidad. La superficie del fruto debe ser firme, brillante y libre de daños físicos para evitar la pérdida de agua, que se traduce en la coloración opaca de la piel y la pérdida de firmeza. Esta opacidad es también un signo de senescencia (McCollum, 2016).

Los factores que deben tenerse en cuenta para la clasificación de un producto de buena calidad son tamaño, forma, color, firmeza, y ausencia de olores extraños, magulladuras y superficies cortadas (Blanco, 2015).

Estos requerimientos coinciden con los del comercio internacional, el cual define tres categorías, en las que los frutos de calabacín deben cumplir las siguientes

características: enteros y provistos de pedúnculo; firmes y de aspecto fresco; con el desarrollo suficiente, pero antes de que las semillas se hayan endurecido; exentos de daños causados por insectos y otros parásitos; sin cavidades ni grietas; limpios y sin materias extrañas visibles; sin humedad exterior anormal; libres de olores o sabores extraños; sanos, sin daños por cicatrices, hongos ni podredumbres, y sin síntomas de virosis (Infoagro, 2017; Jiménez, 2005; Ortega, 2015; Sánchez et al., 2014).

Los frutos deben estar en el estado y la fase de desarrollo que les permitan conservarse en buen estado durante su transporte y manipulación, y llegar en condiciones satisfactorias a su destino final.

Empaque

Los empaques son un recipiente (caja, canastilla, costal o bolsa) o una envoltura (bolsa o papel) que contienen productos de manera temporal, principalmente para agrupar unidades de estos, pensando en su manipulación, transporte y almacenamiento, y que facilitan la trazabilidad y promocionan su venta, mercadeo y consumo.

El empaque es fundamental para que el producto llegue al destinatario final en óptimas condiciones de higiene y presentación, conservando sus condiciones físicas y propiedades organolépticas (sabor, crocancia, color y olor) (Villamizar, 2001).

En consecuencia, el empaque debe tener paredes internas lisas, sin ranuras ni estrías que alberguen patógenos, ni aristas que dañen el fruto, y ser estructuralmente fuerte, para que proteja al producto y soporte el peso cuando se apila.

Así mismo, debe facilitar la exhibición del fruto, pero protegiéndolo de los procesos fisiológicos extrínsecos e intrínsecos que afectan su calidad (Antía & Torres, 1998; Franco & Giraldo; Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2006; Villamizar, 2001)

Luego de cosechados, los frutos se trasladan a empaques de madera o de plástico (figura 69), con una capacidad máxima de 15 kg (Infoagro, 2017). En

las zonas productoras del Oriente antioqueño y Cundinamarca, los agricultores utilizan diferentes clases de empaques, según el mercado de destino.

En Cundinamarca, los más usados son los costales (figura 70), que no son recomendados pues producen magulladuras por el sobrepeso de los frutos de las capas superiores, que afecta a los que están en el fondo del empaque. Les siguen en frecuencia de uso las cajas de cartón, las bolsas de polietileno y las canastillas.



Foto: Luz Mary Quintero Vásquez

Figura 69. Empaque de plástico (canastilla), utilizado para la entrega de calabacín a plazas de mercado.



Foto: Luz Mary Quintero Vásquez

Figura 70. Empaque tipo costal, no recomendado, utilizado para comercializar calabacín en plazas de mercado.

Los agricultores acostumbran a utilizar empaques limpios (67 %), práctica que es más frecuente en la zona del Oriente antioqueño. Algunos productores de Cundinamarca suelen emplear empaques reutilizados (41 %). Para la modalidad de venta al por menor, los comercializadores utilizan diferentes empaques y formas de presentación, que se aprecian en la figura 71.



Foto: Luz Mary Quintero Vásquez y Germán Franco

Figura 71. Diferentes clases de empaques y presentación de frutos de calabacín en plazas de mercado y supermercados. a. Canastilla; b. Recubrimiento con película plástica; c. Cajas de cartón.

Almacenamiento

El almacenamiento es un proceso que busca prolongar la vida útil del calabacín, para lo cual debe someterse a condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, y protegerse de posibles agentes de daño. En el Oriente antioqueño y en Cundinamarca, los agricultores no disponen de cuartos fríos,

por lo tanto, el sistema de comercialización los obliga a entregar el producto el mismo día de la recolección.

De no ser posible lo anterior, es necesario que los frutos se almacenen temporalmente en un sitio ventilado, limpio y sobre estibas, ubicado lejos de lugares de disposición de residuos, porquerizas, sanitarios o depósitos de combustibles, pesticidas, agroquímicos o herramientas.

Los calabacines cosechados en un estado más tierno se deshidratan más fácil, debido a que su piel no está bien formada. Otros factores que acortan la duración del fruto en poscosecha son el alto calor de respiración, que hace que sea sensible al marchitamiento y a la pérdida de peso, y la sensibilidad a los daños por frío (Gajewski, 2003; Romojaro, 2016), que deterioran la cáscara del fruto.

Es difícil recomendar una temperatura óptima de conservación, debido a la heterogeneidad del grado de madurez en el cual se cosecha y de los tipos de cultivares sembrados (Giambanco, 2003; Reche, 2000). En las zonas productoras del Oriente antioqueño y Cundinamarca, las temperaturas ambientales, que fluctúan entre los 12 y los 17 °C, permiten almacenar el fruto temporalmente, conservándolo en buenas condiciones hasta por 10 días.

La temperatura de 10 °C y una humedad relativa entre el 85 % y el 90 % se consideran óptimas para el almacenamiento refrigerado (Blanco, 2015). La temperatura de almacenamiento influye en la calidad del calabacín, pues a medida que esta aumenta ocurre una pérdida del color verde de la cáscara por la degradación de las clorofilas, lo que produce el amarillamiento del producto y hace que pierda la apariencia de fresca.

Cuando los frutos se almacenan a temperaturas inferiores a 4 °C hasta por 10 días, aparecen en la piel los daños por frío, que en fases avanzadas pueden comprometer la pulpa (Kramer & Wang, 1989). Para retrasar la aparición de tales daños, se ha recomendado una etapa de prealmacenamiento, cuyos días de duración y temperaturas se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Temperatura y duración del prealmacenamiento antes del almacenamiento definitivo

Días	Temperatura (°C)
1	10 a 20
2	Entre 10 y 15
10	10

Fuentes: Kramer & Wang (1989); McCollum, McDonald, & Baldwin (1999); Romojaro (2016); Wang, Kramer, Whitaker, & Lusby (1992)

Un complemento del proceso de almacenamiento consiste en el uso de las atmósferas modificadas (AM) o controladas (AC), mediante las cuales se disminuyen o añaden gases, para crear alrededor del producto una composición atmosférica diferente a la del aire. Por lo general, se reduce la concentración de oxígeno (O_2) y se incrementa la de dióxido de carbono (CO_2). Las atmósferas modificadas y controladas se diferencian en el grado de control, y la controlada es la más exacta (Kader, 2007).

Estas atmósferas tienen un efecto positivo en el calabacín, con buenos resultados en cuanto a conservación y reducción de los daños por frío, y son más eficaces cuando se aumentan las concentraciones de CO_2 (Romojaro, 2016). En calabacín se han evaluado atmósferas controladas, con contenidos entre el 1 % y el 4 % de O_2 , incluso hasta un 21 % de O_2 , y un 5 % de CO_2 (Gajewski, 2003; Mencarelli, 1987; Romojaro, 2016).

Daños por frío

El calabacín es un producto sensible a los daños por frío; las lesiones ocasionadas por temperaturas bajas se observan en la piel del fruto como una especie de hundimiento blando de aspecto acuoso, debido a la muerte de las células (figura 72). Estas lesiones son de diámetro pequeño, coloración parda, pueden extenderse a lo largo de toda la piel y hacen que el calabacín no sea comercializable. Posteriormente pueden aparecer pudriciones ocasionadas por patógenos secundarios que inician la descomposición.

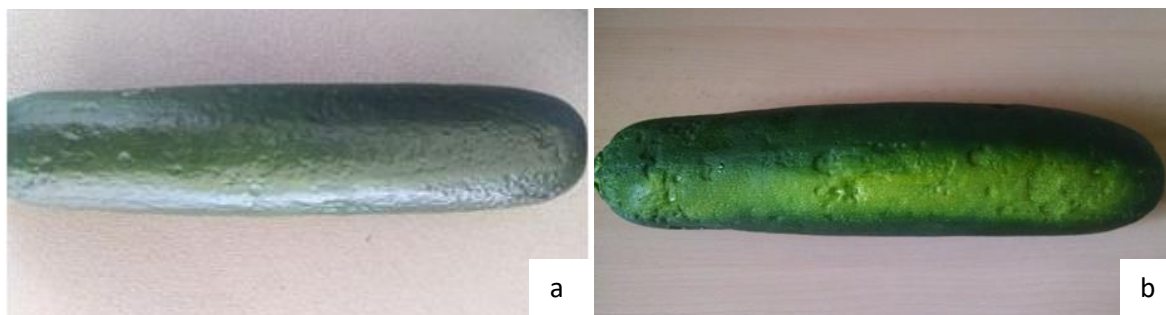


Foto: Germán Franco

Figura 72. Daños por frío en calabacín. a. Hundimientos redondeados de menor intensidad; b. Hundimientos redondeados de mayor intensidad

Estos daños causan pérdidas económicas, ya que afectan la calidad del producto, y ocurren en dos fases de la explotación comercial: una tiene que ver con el crecimiento y el desarrollo de las plantas en el campo, cuando la temperatura del aire disminuye de manera anormal, como en el caso de las heladas en el altiplano cundiboyacense (Martínez, Balandrán, Soto, Quintero, & Márquez, 2008); la segunda está relacionada con el manejo y almacenamiento en poscosecha, en los que temperaturas inadecuadas propician la aparición de tales daños (Guye, Vigh, & Wilson, 1986; Martínez et al., 2008).

Según el cultivar sembrado, los síntomas pueden aparecer rápidamente (en el transcurso de unas pocas horas) o retardarse (de horas a varios días), lo cual depende de la magnitud, la temperatura y la duración de la exposición del fruto. Temperaturas inferiores a 7 °C inducen los daños por frío (Infoagro, 2017; Lutz & Handenburg, 1968; Romojaro, 2016; Zitter et al., 1996).

Una forma de mitigar estos daños es el encerado del fruto, el cual ayuda a disminuir las pérdidas de humedad y modifica la atmósfera que lo circunda (Fonseca & Cinco, 2006); además, al lubricar la piel del producto, contribuye a reducir daños por rozamiento durante la manipulación y el transporte (Kitinoja & Kader, 2002; McCollum, 2016).

Transporte

Los vehículos empleados para este fin deben estar limpios, desinfectados, secos, con buena ventilación y ser aptos para el transporte de alimentos. El calabacín se puede transportar con otros productos, como pimentón y tomate (Giambanco, 2003).

Capítulo IX

Indicadores económicos

Este capítulo contiene el modelo comercial cuantificado de producción de calabacín en Colombia.

Introducción

Como herramienta en la toma de decisiones por parte de los productores, los indicadores financieros brindan información básica, compuesta por la cuantificación del modelo de producción en las regiones en las que predomina el cultivo y que para este evento se denominan costos de producción, aunados, a resultados de producción o rendimientos y precios extraídos de la central de abastos. Esta información permite la cuantificación de la actividad y es insumo para el cálculo de indicadores como la relación beneficio-costos y costos por unidad de producto. A continuación, se presentan diferenciados los costos directos e indirectos, rendimientos, precios, relación beneficio-costos y costos por unidad, correspondientes al calabacín, con costos promedio nacionales; cabe anotar que estos costos son una referencia a nivel nacional y que pueden variar dependiendo la región y modelo exclusivo de algunos productores.

Costos de producción

Los costos de producción que se describen en este capítulo se basan en la experiencia de asistentes técnicos de AGROSAVIA, tomando como base el cultivo de calabacín en procesos de investigación para 800 m² y extrapolados a una hectárea (10.000 m²), con una densidad de siembra de 10.000 plantas, sembradas con una distancia de un metro entre surcos y entre plantas.

La siguiente estructura se presenta en dos secciones: 1) costos directos y 2) costos indirectos. A partir de la sumatoria de estos dos, obtenemos el costo total de producción de calabacín en el sistema de monocultivo.

Los costos se presentan, tomando como referencia el promedio nacional, y es pertinente aclarar que tienen variaciones por región, dadas las condiciones agroproductivas y socioeconómicas de los departamentos y productores.

Costos directos

Se trata de los desembolsos que intervienen directamente en el desarrollo de la producción (tabla 8).

Tabla 8. Costos de producción de calabacín por hectárea (10.000 plantas)

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)
Costos directos				
1. Análisis de suelos	Análisis	1	100.000	100.000
2. Preparación de suelos				
2.1. Pase de rastra	Hora	6	50.000	300.000
2.2. Levantamiento de camellones (tractor)	Hora	6	50.000	300.000
3. Enmiendas				
3.1. Mano de obra	Jornal	1	40.000	40.000
3.2. Insumo (cal)	Toneladas	2	220.000	440.000
4. Semillas				
4.1. Semilla (3 por sitio)	Semilla	30.000	70	2.100.000
4.2. Mano de obra en siembra	Jornal	1,5	40.000	60.000
5. Mantenimiento del cultivo				
5.1. Control de malezas				
5.1.1. Deshierbes manuales (5)	Jornal	25	40.000	1.000.000
5.2. Control de plagas				
5.2.1. Control de moluscos				
5.2.1.1. Mano de obra (1/4 de jornal por aplicación, 3 aplicaciones)	Jornal	0,75	40.000	30.000
Metaldehido	Kilolitro	75	5.500	412.500
5.3. Control de insectos				
5.3.1. Cogollero				
5.3.1.1. Mano de obra	Jornal	3	40.000	120.000
5.3.1.2. Insumo (clorpirifós etil)	Litro	3	29.000	87.000

Continúa

Continuación tabla 8

5.3.2. Trozador y áfido				
5.3.2.1. Mano de obra	Jornal	3	40.000	120.000
5.3.2.2. Insumo (deltametrina)	Litro	3	28.500	85.500
5.4. Control de enfermedades y hongos				
5.4.1. Gota y mildeo				
5.4.1.1. Mano de obra	Jornal	2	40.000	80.000
5.4.1.2. Insumo (azoxistrobina)	Litro	1,5	208.000	312.000
6. Fertilización				
6.1. Primera fertilización, a la siembra (compuesto)	Kilogramo	300	600	180.000
6.2. Segunda fertilización, en floración (compuesto)	Kilogramo	300	600	180.000
6.3. Mano de obra	Jornal	4	40.000	160.000
7. Riego				
7.1. Por contrato, 8 riegos, 1 por semana	Riegos	8	120.000	960.000
8. Cosecha				
8.1. Cosecha, selección y pesaje	Jornal	25	40.000	1.000.000
9. Total de costos directos				8.067.000

Nota: Costos para el altiplano cundiboyacense. Densidades de siembra: 1 metro entre planta y entre surcos; total de plantas: 10.000/ha; ciclo del calabacín: 70 días.

Fuente: Elaboración propia

Costos indirectos

Son los costos que no se imputan directamente a la producción, y que pueden considerarse complementarios (tabla 9).

Tabla 9. Costos indirectos de producción de calabacín por hectárea (10.000 plantas)

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)
1. Transporte (incluye préstamo de canastillas)	Canastilla (20 kg)	750	3.000	2.250.000
2. Arriendo	Hectárea	1	600.000	600.000
3. Administración	Administrador	1	1.500.000	1.500.000
4. Asistencia técnica	Visitas	2	100.000	200.000
3. Total de costos indirectos				4.550.000

Fuente: Elaboración propia

Costos totales

Son el resultado de la sumatoria de los costos directos y los indirectos (tabla 10).

Tabla 10. Costos totales de producción de calabacín para una hectárea (10.000 plantas) (COP)

Total de costos directos	8.067.000
Total de costos indirectos	4.550.000
Costos totales	12.617.000
Costo por tonelada	841.133
Costo por kilogramo	841

Fuente: Elaboración propia

Rendimientos

El rendimiento obtenido por hectárea fue de 1,5 kg por planta, su cálculo se realizó sobre la base de una cosecha destinada para investigación. (tabla 11).

Precios

Como referencia, se tomó el precio registrado para 2019 por la central mayorista (Corabastos), fijado en \$1.500 por kilogramo de calabacín calidad extra. (tabla 11).

Indicadores de rentabilidad

Manteniendo los factores de producción descritos anteriormente, estos indicadores se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Indicadores de rentabilidad

Utilidad bruta (COP)	19.500.000
Utilidad neta (COP)	6.883.000
Relación beneficio-costeo	1,54

Fuente: Elaboración propia

Capítulo X

Buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo*)

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son acciones orientadas a la sostenibilidad de los procesos productivos de explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios. (ICA, 2017)

Este capítulo pretende facilitar a los productores la apropiación de conceptos teóricos y prácticos para la adopción e implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de calabacín (figura 73).

Para implementar las BPA, se requiere analizar el entorno del cultivo, sus conexiones con la biodiversidad y la realidad del mercado, en el que la inocuidad de los alimentos cada día cobra más importancia. En ese sentido, es importante conocer las condiciones actuales de las zonas productoras de calabacín y su realidad como cultivo secundario para la rotación con cultivos principales, como la cebolla y otras hortalizas, en casos puntuales.

Tradicionalmente, la oferta ambiental se ha asociado a factores de producción agronómicos como el agua y el suelo, pero las nuevas tendencias para abordar su análisis incluyen otros elementos de la biodiversidad y la manera en que esa gran matriz ecosistémica impacta en uno u otro sentido en un determinado cultivo.

Esta propuesta de implementación de BPA está fundamentada en la Resolución N.º 030021 de 2017 del ICA, que establece los criterios para la certificación en buenas prácticas agrícolas en la producción primaria de vegetales y otras especies para el consumo humano.

Definición

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son “prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación

agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios” (ICA, 2017).



Foto: Alba Nora Sánchez

Figura 73. Panorámica del cultivo de calabacín.

Las BPA generan impactos positivos, como el aumento de la calidad e inocuidad, la reducción de los riesgos, la simplificación de la toma de decisiones, así como la trazabilidad, el incremento de la competitividad, la posibilidad de inserción en nuevos mercados. Las BPA traen beneficios como:

- Mejora las condiciones de trabajadores y consumidores.
- Procura el bienestar de la familia productora agrícola.
- Contribuye a la seguridad alimentaria.
- Evita la contaminación de suelos y aguas.
- Promueve el manejo racional de insumos de síntesis química.
- Fomenta el cuidado de la biodiversidad.
- Contribuye a la seguridad alimentaria.
- Produce alimentos sanos, no contaminados, y de mayor calidad para la nutrición.
- Cuida el bienestar de los animales.

Parámetros de las BPA y cómo implementarlas

El ICA (2017) sostiene que, para la certificación y la solicitud de auditoría en buenas prácticas agrícolas, los productores deben tener en cuenta los criterios de cumplimiento que se exponen a continuación.

Áreas e instalaciones

Es importante que el lote cuente con las siguientes instalaciones, que contribuyen a la calidad e inocuidad del calabacín y al bienestar de los trabajadores:

- Unidad sanitaria
- Área de almacenamiento de insumos agrícolas (figura 74)



Foto: Alba Nora Sánchez

Figura 74. Almacenamiento adecuado de insumos agropecuarios (señalización, bioseguridad e instalaciones de trabajo).

- Área de almacenamiento de herramientas
- Área de dosificación y preparación de mezclas de insumos agrícolas
- Área de vertimiento de aguas sobrantes (barbecho), alejada de fuentes de agua
- Área de acopio de productos cosechados
- Área para el consumo de alimentos y descanso de los trabajadores
- Botiquín
- Señalización (figura 75)



Foto: Alba Nora Sánchez

Figura 75. Señalización de áreas y procedimientos.

Los procedimientos y áreas deben estar señalados de manera adecuada, para disminuir riesgos de contaminación, accidentes y afectación de la inocuidad.

Herramientas, equipos y utensilios

Las óptimas condiciones, la limpieza y la desinfección de herramientas, equipos y utensilios hacen posible un mayor rendimiento en el trabajo y la disminución de los riesgos de contaminación del cultivo.

Personal

El mejoramiento continuo de prácticas y procedimientos permite aumentar el rendimiento en el trabajo, y responder adecuadamente a emergencias. Con ese fin, se hacen las siguientes recomendaciones para el trabajo en la finca:

- Utilizar siempre y de manera apropiada los elementos de protección (botas, gorra y overol)
- Realizar capacitaciones constantes sobre el manejo del cultivo y de sus insumos
- Mantener buenas condiciones de higiene
- Tener conocimientos de primeros auxilios
- Prepararse para el manejo de emergencias

Componente ambiental

El cuidado de los recursos naturales como el agua, el aire, el suelo, la flora, la fauna y el ser humano es fundamental en la viabilidad del cultivo, así como en la valorización de la finca. En este componente, para las BPA se deben identificar los siguientes factores:

- Características y recursos del predio, sus riesgos en el suelo y las fuentes de agua que puedan afectar su inocuidad. Para lograrlo, es necesario implementar registros documentales y tratamientos efectivos de control, cuando no se cumplan los límites permisibles en su calidad.
- Fuentes de agua y medidas de protección.

Adicionalmente, si se cuenta con un sistema de riego, es necesario establecer un plan de uso racional del agua, y someter los envases de plaguicidas a la práctica del triple lavado.

Para el uso eficiente del agua, se deben identificar los cuerpos de agua cercanos al cultivo o la finca, proteger sus rondas, manejar drenajes y promover el conocimiento de la biodiversidad.

Manejo de suelos

En este aspecto, es importante realizar la rotación de cultivos cuando sea posible técnicamente, establecer sistemas de drenaje, incluir prácticas para mejorar la productividad del suelo y evitar su degradación por erosión.

Se recomienda manejar el cultivo del calabacín bajo el concepto de labranza de conservación: rotación, uso de abonos verdes, manejo de curvas de nivel acordes con la pendiente, uso óptimo de insumos de síntesis química y deshierbe parcial.

Selección del material de propagación

Todo material utilizado debe cumplir con las normas vigentes del ICA. Si es genéticamente modificado debe estar autorizado, así como si es producido en la finca, y debe hacerse todo el soporte documental de las actividades desarrolladas.

Nutrición de plantas

Para la nutrición del cultivo se recomiendan las siguientes acciones:

- Realizar un análisis de suelos y a partir de él construir el plan de fertilización.
- Utilizar insumos con registro del ICA.
- Llevar registros de los abonos orgánicos que se preparen en el predio, en lo que se refiere al origen del material. En ningún caso deben provenir de heces humanas, residuos sin tratar o desechos urbanos.

Protección del cultivo

Para esta protección se requiere contar con el manejo integrado de plagas (MIP) del cultivo, basado en la observación y la detección de plagas, en el que intervengan diferentes métodos, como se indica en el siguiente esquema. Es importante que se pueda contar con un asistente técnico (figura 76).



Figura 76. Esquema del manejo integrado de plagas en calabacín.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los plaguicidas y los bioinsumos usados, es imprescindible que sean adquiridos en lugares autorizados y que tengan registro del ICA, así como leer la etiqueta con atención, ya que en ella se indican datos de mucha importancia, como los siguientes:

- Nombre comercial del pesticida
- Ingrediente activo
- Tipo de formulación y concentración del ingrediente activo
- Nivel o grado de toxicidad
- Recomendación en caso de intoxicación
- Recomendaciones de manejo
- Posibles daños a animales y al ambiente
- Recomendaciones para desechar los envases
- Instrucciones de aplicación

Trazabilidad

Está compuesta por aquellos procedimientos que permiten conocer la identidad del producto, su movimiento, ubicación y trayectoria desde que se inicia la

siembra hasta que llega al consumidor final. Es necesario que se encuentren disponibles datos como producto, fecha de cosecha, unidad de producción, lote y número de cajas, entre otros.

Registros, planes y procedimientos

Para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de calabacín es indispensable que se lleven registros documentales. En estos se deben indicar los datos generales de la finca, como municipio, vereda, extensión, área de cultivo, gastos, inventario de fertilizantes y plaguicidas, entre otros.

También se requiere el registro de los procedimientos en todas las fases del cultivo, como los planes para el uso racional del agua y del suelo, la calibración de equipos, el manejo integrado de plagas, la fertilización, y el manejo de residuos, de equipos y de emergencias.

Soporte documental

Por lo menos durante los dos años siguientes a haber obtenido la certificación de registro del material de siembra, se debe disponer de análisis de suelos y de aguas, cumpliendo los requisitos de ley que expida el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Certificación en buenas prácticas agrícolas (BPA)

Para la certificación, es imprescindible que los productores sigan los pasos y acrediten los documentos que se enuncian a continuación:

- Certificado de existencia o representación legal, para personas jurídicas, o registro único tributario (RUT) o cédula de ciudadanía, para personas naturales
- Acreditación de propiedad o tenencia del predio
- Documento que acredite la asistencia técnica de un ingeniero agrónomo
- Croquis de la finca
- Certificado de uso del suelo
- Análisis microbiológico de aguas
- Permiso de uso de aguas
- Cumplimiento de requisitos establecidos en el manual de BPA

Después de la solicitud, que debe radicarse ante el ICA, según el formato modelo que se presenta en la tabla 15, se realizará una visita técnica de verificación. Cuando se cumpla con el porcentaje mínimo de criterios establecidos la entidad, esta procederá a expedir la certificación en BPA por una vigencia de dos años (ICA, 2017).

Tabla 12. Formato de radicación para solicitud de auditoría de certificación ICA

Solicitud de auditoría de buenas prácticas agrícolas						
Subgerencia de protección vegetal						
Dirección técnica de inocuidad e insumos agrícolas						
Fecha						
1. Datos del solicitante						
1.1. Nombres y apellidos:				1.2. Cédula de ciudadanía:		
1.3. Teléfono:				1.4. Correo electrónico:		
1.5. Dirección de correspondencia:						
2. Datos del predio						
2.1. Departamento:				2.2. Municipio:		
2.3. Vereda:		2.4. Nombre del predio a certificar:				
2.5. N.º registro del predio si aplica:						
2.6. Nombre del propietario o tenedor del predio:						
2.7. C. C. O nit:		2.8. Teléfono:		2.9. Correo electrónico:		
2.10. Dirección de correspondencia:						
2.11. Área(s) dedicada(s) a la producción (ha) por especie/variedad:						
2.12. Área total dedicada a la producción (ha):						
2.13. ¿existen otras especies en el predio?				Sí No		2.14. ¿cuáles?
2.15. Organismo que apoyó la implementación de las buenas prácticas:						
2.15.1. Gremio:				Sí No		¿cuál?
2.15.2. Entidad diferente del ica:				Sí No		¿cuál?
2.15.3. Profesional independiente:				Sí No		¿cuál?
2.15.4. Empresa de asesorías:				Sí No		¿cuál?

Continúa

Continuación tabla 12

2.15.5. ICA:				Sí	No	
2.15.6. ¿Otro?				Sí	No	¿cuál?
2.16. Fecha estimada para programar la auditoría:						
2.17. Si considera que debe ampliar la información use este espacio:						
				Firma de quien solicita		
3. Datos a diligenciar por el ICA						
Fecha de radicación:		Oficina que recibe la solicitud:				
Funcionario que recibe la solicitud:			Firma:			

Fuente: ICA (2017)

Entorno ambiental

Las características geográficas de las zonas productoras de calabacín en Cundinamarca y Antioquia presentan mucha heterogeneidad. Sin embargo, coinciden en que están ubicadas entre 1.800 y 2.600 m s. n. m., en la zona de transición de bosque subandino y bosque altoandino, en las cordilleras Oriental y Central.

La ubicación del cultivo de calabacín en ecosistemas estratégicos implica responsabilidades en lo que respecta al manejo del agua y el suelo. Si bien es cierto que es un cultivo de ciclo corto, que se utiliza para rotar con cebolla en áreas dedicadas a la producción hortícola, se debe tener una visión holística, que permita integrar esta actividad productiva con diversos factores.

Entre ellos se encuentran el aprovechamiento de los nutrientes residuales de otros cultivos en el suelo; el uso eficiente del agua en todo su ciclo; el manejo integrado de plagas y enfermedades; los costos de producción; adecuados procedimientos de cosecha y poscosecha, y la inocuidad del producto, fundamentada en las buenas prácticas agrícolas.

Adicionalmente, estas prácticas contribuyen al bienestar de las personas que intervienen en el cultivo y a la conservación de los servicios ecosistémicos: aprovisionamiento, regulación y soporte, y prácticas culturales de estas áreas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

A continuación, se describen las principales características de los municipios en los que se realizó el diagnóstico sobre el cultivo de calabacín, para presentar el entorno ambiental en el cual se desenvuelve su producción.

Normatividad sobre buenas prácticas agrícolas

Los sistemas productivos de calabacín casi siempre están ubicados en zonas rurales, lo que hace que para implementar las buenas prácticas agrícolas (BPA) no solo sea necesario cumplir con la normatividad —que para el caso colombiano corresponde a la Resolución N.º 030021 de 2017, expedida por el ICA—, sino que se requiera abordar el modelo productivo desde una visión holística, que integre un cultivo determinado con su entorno. En ese sentido, vale la pena considerar la normatividad que rige el uso del suelo en las zonas rurales. La Ley 388 de 1997 define el ordenamiento territorial como

(...) un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.

Tal ordenamiento también pretende complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible. Lo anterior hace que esté fundamentado en tres principios: la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular, y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

Esta ley define el suelo rural como los terrenos no aptos para el uso urbano por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

El uso del suelo en áreas rurales está reglamentado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante el Decreto N.º 3600 de 2007, que define las áreas dedicadas a la producción agropecuaria como las zonas que se deben mantener para uso agrícola, ganadero, forestal o de explotación de recursos naturales.

Por tal razón, en estos terrenos no se pueden autorizar actuaciones urbanísticas de subdivisión, parcelación o edificación de inmuebles, que impliquen la alteración o transformación de su uso actual. Por lo general, en los planes de ordenamiento territorial se encuentran los siguientes tipos de área (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

- Áreas de protección de recursos naturales
- Áreas expuestas a amenazas y riesgos
- Áreas que forman parte de los sistemas de aprovisionamiento de los servicios públicos domiciliarios y disposición final de residuos sólidos
- Áreas de producción agropecuaria, forestal y minera

Además de las normas anteriores, está el Decreto 1076 de 2015, que reglamenta el sector ambiental y que implica que las zonas productoras de calabacín deben armonizar su producción con el entorno, a través de acciones como el uso eficiente del agua, el respeto de la estructura ecológica municipal (áreas protegidas, rondas hídricas, bosques naturales) y su conectividad, y no contaminar el agua ni el suelo.

En términos generales, exige hacer un uso sostenible de los recursos naturales, entendido como el uso de la biodiversidad de una forma y a un ritmo que no la disminuya ni degrade sus atributos básicos de composición, estructura y función, que permitan mantener las posibilidades de satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales y futuras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Finalmente, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) (2006) emitió la norma técnica colombiana NTC-5400, denominada “Buenas prácticas agrícolas para frutas, hierbas aromáticas culinarias y hortalizas frescas”, que es una herramienta que los agricultores pueden aplicar voluntariamente, que los orienta para mejorar las condiciones de la producción agrícola con un enfoque preventivo, que busca la inocuidad, la competitividad, la seguridad de los trabajadores y el desarrollo sostenible, con el objetivo de satisfacer las exigencias de mercado, en especial el internacional, cuya certificación es otorgada por esta entidad, de acuerdo con su reglamento.

Diagnóstico de la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) de los productores encuestados en Cundinamarca y Antioquia

En las encuestas realizadas, el 42 % de los agricultores conocían el concepto de BPA y solo el 19 % el término *inocuidad* (figura 77), que se entiende como la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman, de acuerdo con el uso al que se destinan (ICA, 2017) y solo el 32% conocían el término de período de carencia.

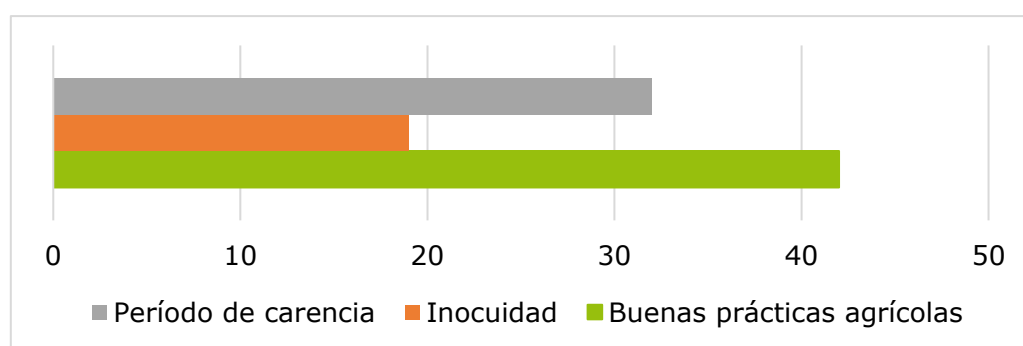


Figura 77. Conocimientos de interés de los productores de calabacín en Cundinamarca y Antioquia (%).

Fuente: Elaboración propia

El 17 % de los productores cuenta con un sitio para el almacenamiento de plaguicidas, y la mayoría de ellos los mantienen con fertilizantes y herramientas (en la figura 78 se muestra uno de los sitios encontrados). El 66 % cuenta con lugar especial para prepararlos y el mismo porcentaje sabe acerca de las categorías de los plaguicidas.



Foto: Alba Nora Sánchez

Figura 78. Sitio de almacenamiento de insumos y herramientas encontrado en el diagnóstico de campo.

El 32 % conoce el término *periodo de carencia* y, en términos generales, manifiestan aplicarlo. Lo anterior puede hacer inferir que existe un grado de conciencia del productor frente a sí mismo, al consumidor y al producto que comercializa.

Las botas y los tapabocas son los elementos de protección más comunes que los agricultores usan en el momento de aplicar los insumos para controlar plagas y enfermedades. En cuanto a los envases de plaguicidas, en la figura 79 se muestra que el 70 % los lava (triple lavado) y los entrega a entidades encargadas de recogerlos, pero hay un 15 % que los quema, un 4 % que los arroja a la basura y un 11 % no confirma el destino de estos envases.

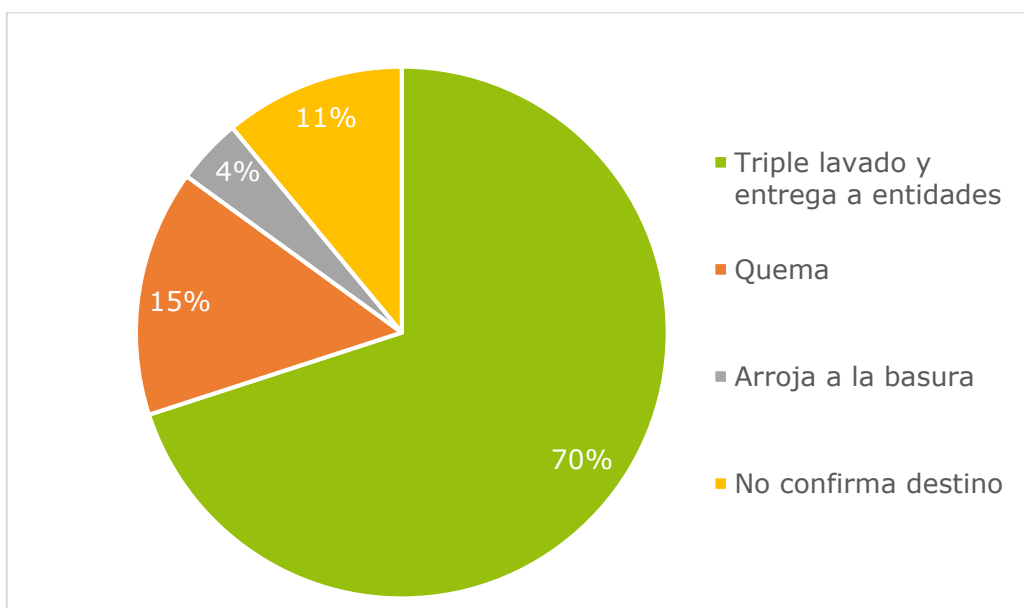


Figura 79. Manejo de envases de plaguicidas de los productores de calabacín en Cundinamarca y Antioquia.

Fuente: Elaboración propia

De tal manera, a pesar de que el 70 % de los productores ha incorporado la práctica del triple lavado, hay aún un porcentaje importante que no la implementan, lo que se traduce en una posible contaminación de aguas o suelos.

Por otra parte, no es usual que se realicen exámenes médicos de colinesterasa para monitorear el riesgo químico por insumos y pesticidas. Un 8 % de los agricultores manifiestan haberse intoxicado con las aplicaciones de productos, específicamente aquellos con los nombres comerciales Monitor (metamidofos), Curacron (profenofos), Furadan (carbofurano) y Paratión, que a la fecha han sido desautorizados, porque el ICA les retiró la licencia.

En cuanto a las instalaciones sanitarias, la mayor parte pertenecen a la propia finca, sin que haya unas reservadas a los empleados. De igual forma, es usual que en los cultivos haya presencia de animales domésticos.

Por lo general, hay lugar destinado para guardar las herramientas, sin que las laven frecuentemente después de su uso. Sin embargo, en su mayoría, los

productores indican que practican conductas de higiene, como lavarse las manos después de aplicar abonos orgánicos.

La tabla 16 consigna los 17 productos plaguicidas que los agricultores usan con más frecuencia y de los que reportan su dosis en el cultivo del calabacín. El 41 % corresponde a las categorías toxicológicas I y II, consideradas de alta toxicidad.

Hasta el año 2018, no todos ellos tienen un registro vigente del ICA, entidad que, a través de su Dirección Técnica y mediante la Resolución 3497 de 2014, adelanta un procedimiento para la revaluación de plaguicidas químicos de uso agrícola (PQUA).

Esta acción busca la armonización y estandarización de los requisitos técnicos para todos los PQUA comercializados en Colombia, de acuerdo con Decisión de la Comunidad Andina de Naciones 436 de 1998 (ICA, 2018a, 2018b).

Tabla 13. Productos plaguicidas usados por productores de calabacín, con reporte de dosis

Producto (ingrediente activo)	Categoría toxicológica	Dosis reportada por el productor (g o cc/l)	Ingrediente activo (%)	Registro vigente del ICA (Sí o No)
Usados en tratamientos para semillas o plántulas				
Eltra (carbosulfan)	I	6,0	48	No
Furadan (carbofurano)	I	5,0	5	No
Roxion (dimetoato)	II	2,5	40	No
Carbendazim	III	<i>Drench</i>		No (como Derosal) Sí (como Curacarb 500 y otros)
Lorsban (clorpirifós)	III	1,5	48	Sí
Usados en manejo de plagas o enfermedades				
Clorotalonil	I	30	72	No

Continúa

Continuación tabla 13

Monitor (metamidofos)	I	2,0	60	No
Daconil (azufre)	II	1,5	72	No
Orthocide (captan)	II	0,5	50	Revaluado
Antracol (propineb)	III	7,0	70	Sí
Benlate (benomilo)	III	0,5	50	Sí
Cobrethane (mancozeb + oxicloruro de cobre y ferrocianuro)	III	7,5	50	Sí
Dithane (mancozeb)	III	5,0	80	Sí
Dipel	III (biológico)	20	6,4	Sí
Elosal (azufre)	III	1,0	72	Sí
Forum (dimetomorf)	III	1,0	50	Sí
Kasumin (kasugamicina)	IV	1,5	2,3	Sí

Fuente: Elaboración propia

Durante la fase de diagnóstico, se pudo evidenciar que no es común que los agricultores lleven registros de los plaguicidas que usan en el cultivo, que es uno de los requisitos de las BPA. Por lo tanto, no fue posible calcular el porcentaje de ingrediente activo de estos insumos que, llevados a hectárea por año, permitirían establecer una línea de base como indicador ambiental y de mejoramiento en el tiempo, para minimizar el impacto ambiental que pueden generar.

Excepto dos productos, que son de origen biológico, todos son de síntesis química, y no se tienen a disposición las fichas técnicas y de seguridad de los productos usados, que es otra BPA que no se aplica, que les servirían para tener más información de estos, así como recomendaciones ante emergencias por intoxicaciones. En la tabla 17 se registran otros productos usados por los productores de calabacín y de los que no reportan dosis.

Tabla 14. Productos plaguicidas usados por productores de calabacín, sin reporte de dosis

Producto (ingrediente activo)	Categoría toxicológica	Ingrediente activo (%)	Registro vigente del ICA (Sí /No)
Usados en tratamientos para semillas o plántulas			
Diferentes nombres comerciales (<i>Trichoderma</i> spp.)	IV	Diversas concentraciones de unidades formadoras de colonias	Sí
Usados en manejo de plagas o enfermedades			
Athrin (lambdacihalotrina)	III	10	Sí
Fosetal (fosetil de aluminio)	III	80	Sí
Imidacloprid	III	35	Sí
Oxicloruro de cobre	III	58,8	Sí
Rally (myclobutanil)	III	40	Sí
Score (difenoconazol)	III	25	Sí
Amistar (azoxystrobin)	IV	50	Sí

Fuente: Elaboración propia

El 65 % de los agricultores prepara las mezclas de productos agrícolas (fertilizantes y plaguicidas), en un lugar diferente al del cultivo. Sin embargo, no se encontraron instalaciones que cumplieran con los requisitos de las normas de BPA.

Componente ambiental

En este se incluye la descripción general o aproximación de la oferta ambiental del cultivo de calabacín, encontrada con la realización de encuestas en las zonas de Cundinamarca y Antioquia, teniendo en cuenta el uso que se da a los componentes ambientales: agua, aire, suelo, flora, fauna y el ser humano o componente social.

El alcance no llega a identificar el estado de deterioro o de conservación de los componentes ambientales, ni a establecer una valoración de impactos, sino a esbozar elementos que puedan contribuir a la sostenibilidad ambiental, a partir de prácticas de manejo del calabacín desde la perspectiva de BPA, para la

conservación de los recursos suelo y agua, la reducción o sustitución de insumos de síntesis química, y el mejoramiento de la eficiencia de procesos de precosecha y poscosecha orientados a una producción del cultivo con mayor inocuidad, calidad, seguridad y bienestar para los agricultores.

De igual manera, se proponen elementos de un sistema de gestión ambiental, para responder a las necesidades de prevención y mitigación de los daños causados por el sistema de producción de calabacín al entorno natural y social. En este sentido, se parte de la identificación de los aspectos que pueden tener impactos sobre el ambiente, con el propósito de definir planes de acción que permitan disminuir lo negativo. No se llega a la valoración de estos, sino que se genera una aproximación a los efectos ambientales.

A continuación, se presentan definiciones que se usan en el análisis del componente ambiental, en lo que respecta a las principales actividades, directas e indirectas, que se realizan en el cultivo de calabacín y pueden generar efectos ambientales positivos o negativos.

Definiciones

Actividad: conjunto de acciones o tareas realizadas para lograr un objetivo, que conciernen directamente a un proceso y pueden producir deterioro de los recursos naturales renovables o del medioambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Aspecto ambiental: elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medioambiente (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2004). Según Carretero (2007),

(...) un aspecto ambiental es aquello que una actividad, producto o servicio genera (emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido este como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo dentro de este medio los seres vivos que habitan en él.

Componente ambiental: parte integrante del ambiente que puede ser considerada de manera individual para su evaluación. En ese sentido, son componentes ambientales el agua, el aire, el suelo, la flora y fauna, el paisaje y la interacción de la comunidad con el medio, entre otros (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Diagnóstico ambiental de alternativas: procedimiento que suministra información para evaluar y comparar las diferentes opciones en las cuales es posible desarrollar un proyecto, obra o actividad, teniendo en cuenta el entorno geográfico y las características bióticas, abióticas y socioeconómicas, que incluye los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad, así como las posibles soluciones y medidas de control o mitigación para su desarrollo (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Efecto ambiental: cambios generales, beneficiosos o perjudiciales, que se presentan en el ambiente, ya sean naturales o inducidos por el hombre. Al tener un carácter genérico, no es posible determinar el parámetro afectado ni cuantificarlo (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

Evaluación de impacto ambiental: procedimiento jurídico-administrativo que tiene como objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de estos. Todo lo anterior se tiene en cuenta para que las distintas administraciones públicas competentes decidan aceptarlo, modificarlo o rechazarlo (Conesa, 2010).

Impacto ambiental: cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, ya sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Medida de compensación: acción dirigida a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, las localidades y al entorno natural los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Medida de mitigación: acción dirigida a minimizar los impactos y efectos negativos que un proyecto, obra o actividad tienen sobre el medioambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Medida preventiva: acción encaminada a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar en el medioambiente un proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Medidas de corrección: acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medioambiente afectado por un proyecto, obra o actividad (Decreto 2820 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Medioambiente: entorno en el cual una organización opera, en el que están incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones (ISO, 2004).

Partes interesadas: persona o grupo que tienen interés o se ven afectados por el desempeño ambiental de una organización (ISO, 2004).

Plan de manejo ambiental: conjunto detallado de medidas y actividades, producto de una evaluación ambiental, que están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales, debidamente identificados, causados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono, según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Proceso: conjunto de actividades relacionadas mutuamente o que interactúan para generar valor, y transforman elementos de entrada en resultados (Departamento Administrativo de la Función Pública [DAFP], 2004).

Sistema de gestión ambiental: parte del sistema de gestión de una organización, empleado para desarrollar e implementar su política ambiental y manejar sus aspectos ambientales (ISO, 2004).

Procedimiento

Con base en la metodología de Conesa (2010), se siguieron los siguientes pasos para el análisis de la descripción de la oferta ambiental del cultivo de calabacín:

1. Recopilación de información.
2. Identificación de componentes ambientales.
3. Identificación de las actividades que generan algún efecto ambiental y se consideran de mayor importancia, a partir de la información recolectada en las encuestas.
4. Identificación de aspectos ambientales.

5. Identificación de efectos ambientales prioritarios que se causan al medioambiente físico-biótico o sociocultural, o a la salud pública.
6. Planteamiento de medidas ambientales que podrían implementarse dentro de los planes de manejo en BPA para el sistema productivo de calabacín, y que los agricultores podrían incorporar en un sistema de gestión ambiental (SGA) o de mejoramiento continuo.
7. Planteamiento de algunos indicadores ambientales para el monitoreo de las BPA implementadas.

Resultados del diagnóstico ambiental

Un resumen del diagnóstico del componente ambiental para el sistema productivo de calabacín se integra en la tabla 18.

Tabla 15. Resumen del componente ambiental para el cultivo de calabacín

Componente ambiental	Actividades	Aspectos ambientales	Efectos ambientales	Medidas ambientales (preventivas, de mitigación, compensación o corrección)	Indicadores ambientales
Agua	Consumo doméstico o usos agrícolas (poscosecha, aplicación de insumos y lavado de empaques, entre otros).	Generación de vertimientos (domésticos o industriales).	Contaminación microbiológica o físico-química de fuentes hídricas (domésticas, de interés sanitario o ambiental).	Otorgar permisos de concesión de aguas y vertimientos, y control de vertimientos.	Índices de demanda biológica de oxígeno (DBO) y de demanda química de oxígeno (DQO).
	Riego convencional.	Consumo de agua sin control.	Agotamiento del recurso agua.	Implementar el uso racional del agua (si se cuenta con un sistema de riego).	Consumo de agua (L/ha/año).
	Riego tecnificado.	Implementación de un sistema de riego (goteo).	Optimización del recurso agua.	Implementar monitoreos de consumo y mantenimiento del sistema de riego.	

Continúa

Continuación tabla 15

Aire	Siembra de vegetación nativa.	Configuración paisajística y funcional del entorno.	Restauración ecológica, conectividad ecosistémica y protección de la biodiversidad.	Proteger cuerpos de agua.	Implementación de coberturas alrededor de la finca, carbono almacenado por finca (tC/ha/año).
	Aplicación de insumos agrícolas.	Consumos y vertimientos.	Optimización del recurso agua. Contaminación de fuentes de agua.	Usar el agua racionalmente. Implementar el manejo integrado de plaguicidas y uso de insumos agrícolas.	Consumo de agua. Consumos de un ingrediente activo (kg/ha/año).
	Manejo de envases de plaguicidas y de residuos sólidos.	Generación de residuos sólidos (peligrosos, aprovechables, de manejo especial y no aprovechables).	Contaminación de fuentes de agua. Potencial contaminación visual y de recursos naturales.	Controlar lixiviados (zanjas de drenaje, impermeabilización y lagunas de oxidación). Mejorar condiciones de aseo y orden en el entorno, separación y señalización de áreas.	Vertimientos tratados. Cantidad de envases gestionados de manera adecuada.
	Quemas de residuos, aplicación de plaguicidas y fertilizantes.	Emisiones atmosféricas (residuos de combustión, material particulado, gases, vapores).	Contaminación atmosférica.	Evitar quemas, realizar controles manuales, aplicar los insumos de manera adecuada (equipos calibrados de bajos volúmenes, etc.).	Consumo de energía y agua.

Continúa

Continuación tabla 15

	Residuos vegetales y sólidos sin manejo adecuado.	Emisión de olores.		Disponer residuos adecuadamente (como el compostaje).	Cantidad de residuos gestionados de manera adecuada.
	Ampliación de la frontera agrícola.	Reducción de ecosistemas naturales.	Afectación de la biodiversidad de flora y fauna, y pérdida de conectividad ecosistémica o zonas verdes (paisaje).	Establecer coberturas vegetales alrededor de la finca.	Área total de la finca/coberturas naturales.
Flora y fauna	Aplicación de insumos biológicos.	Control biológico de plagas.	Conservación de la fauna silvestre.	Diversificar el cultivo y los métodos de control (variedades, insumos).	Diversidad de fauna silvestre presente en la finca.
	Establecimiento de barreras vivas para aislar el cultivo.	Promoción de inocuidad en el cultivo.	Blindaje del cultivo frente a la fauna doméstica.	Aislar el cultivo, controlar los animales domésticos, implementar las BPA que apliquen.	Análisis microbiológicos de los frutos.

Continúa

Continuación tabla 15

Suelo	Manejo inadecuado de residuos sólidos.	Generación y acumulación de residuos sólidos, lixiviados (domésticos o industriales), en el suelo, en el interior de la finca.	Contaminación y compactación de suelos.	Separar en la fuente, promover el reciclaje, disponer adecuadamente empaques de insumos.	Análisis microbiológicos al suelo.
	Aplicación de fertilizantes sin análisis de suelos.	Degradación del suelo.	Salinización o desnutrición vegetal.	Realizar análisis de suelos y aplicar fertilizantes de acuerdo con recomendaciones técnicas.	Consumos de fertilizantes (kg/ha/año), análisis de suelos realizados por ciclo de cultivo.
	Planificación de la finca.	Ordenamiento predial.	Uso inadecuado del suelo e incumplimiento de la normatividad.	Conocer el uso del suelo de la finca. Armonizar la realidad de la finca con el uso del suelo permitido.	Uso actual frente al uso permitido.
	Labranza de la tierra.	Efectos en la cobertura y estructura del suelo (tipo de labranza).	Erosión.	Realizar la labranza mínima, el trazado en curvas de nivel, la incorporación de abonos verdes, la aplicación de enmiendas y desyerbes manuales.	Índice de erodabilidad en el cultivo (% de infiltración/resistencia del suelo), biomasa del suelo (UFC [g/suelo]).

Continúa

Continuación tabla 15

Social (ser humano)	Análisis estructural del suelo.	Optimización del riego.	Conservación del suelo.	Aplicar el riego de acuerdo con las condiciones ambientales y las necesidades del cultivo.	Permeabilidad y aireación del suelo.
	Aplicación de agroquímicos sin elementos de protección personal.	Protección de la salud humana.	Incremento del riesgo de accidentes (intoxicaciones).	Usar elementos de protección personal, realizar monitoreos de colinesterasa.	Porcentaje de disminución de accidentes personales e intoxicaciones.
	Adecuación de áreas e instalaciones.	Aplicación de parámetros de las BPA.	Fortalecimiento de hábitos responsables con el ambiente.	Establecer áreas de descanso, consumo de alimentos y de poscosecha, bodega, cuarto de herramientas y baño.	Cantidad de áreas adecuadas con BPA.
	Capacitación permanente en BPA.	Generación de cultura en BPA.	Cultura ambiental y búsqueda de la inocuidad.	Mantener la participación en talleres y actividades de extensión, formación y actualización continua en hábitos responsables con el medio ambiente.	Impacto de las capacitaciones recibidas.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los pasos metodológicos 4 y 5, a partir de la tabla anterior se generará la matriz de aspectos e impactos. Por el alcance del trabajo que se realizó en campo, los impactos no se establecieron ni se valoraron y, por tanto, en la tabla 19 solo se expone una propuesta.

Tabla 16. Formato sugerido como matriz de aspectos e impactos ambientales

Cultivo de calabacín								
Matriz de identificación y valoración de aspectos ambientales								
Valoración de impactos								
Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Cumplimiento de requisitos de requisitos aplicables	Presencia	Control	Nivel	Frecuencia	Clase
Cumplimiento de los requisitos aplicables: no tiene reglamentación, cumplimiento o no de la normatividad								
Presencia: remota, ocasional, cierta								
Control: no controlado, prácticamente controlado, totalmente controlado								
Nivel: leve, moderado, alto								
Frecuencia: diaria, mensual, anual o superior								
Clase: positivo (*) o (-) negativo, según mejore o degrade el medio ambiente								
Fuente: Elaboración propia								

Los resultados permitirían analizar la clase (naturaleza) de impacto, la importancia y cantidad que puedan ser tenidas en cuenta dentro del SGA de las BPA para el cultivo de calabacín, con el fin de implementar y actualizar, según los requerimientos de los productores o las partes interesadas, entre muchas otras opciones y metodologías existentes para fines similares.

Lo anterior puede complementarse con plataformas de gestión como Ambitec-Agro, usada para el análisis del desempeño económico, ambiental y social de tecnologías e innovaciones tecnológicas agropecuarias adoptadas por los productores (Stachetti, 2015).

El producto de este trabajo es un insumo para la identificación y evaluación de los requisitos legales ambientales que pueden aplicarse, y la planeación en

cuanto a la formulación de los objetivos, metas, programas y capacitación, para implementar las BPA en el cultivo de calabacín.

Finalmente, la gestión ambiental y la implementación de las BPA en el cultivo de calabacín tiende a mejorar en lo que respecta al cumplimiento legal y su desempeño ambiental en pro del agua, el aire, la flora y fauna, el suelo y el ser humano.

Requisitos del ICA para la certificación en buenas prácticas agrícolas

En esta sección se reproducen los anexos II y III de la Resolución N.º 30021 de 2017 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por medio de la cual se establecen los requisitos para la Certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano.

RESOLUCIÓN N.º 030021 (28 ABR. 2017)

“Por medio del cual se establecen los requisitos para la Certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano”.

Anexo II. Lista de chequeo

Para evaluar el cumplimiento de las condiciones exigidas al predio con respecto a los requisitos establecidos en la presente Resolución, se utilizará la lista de chequeo señalada en el Anexo II, conformada por:

- a) Requisitos fundamentales: son aquellos cuyo incumplimiento genera un peligro inminente en la inocuidad del producto obtenido.
- b) Requisitos mayores: son aquellos cuyo incumplimiento genera un peligro potencial que puede afectar la inocuidad.
- c) Requisitos menores: son aquellos cuyo incumplimiento no genera un peligro potencial, pero contribuyen a garantizar la inocuidad de los productos obtenidos en la producción primaria.

Los predios a los que se les otorgará la certificación deberán cumplir con el 100 % de los requisitos fundamentales, el 85 % de los requisitos mayores y con el 60 % de los requisitos menores, establecidos en la lista de chequeo.

LISTA DE CHEQUEO PARA LA CERTIFICACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN PRODUCCIÓN PRIMARIA DE VEGETALES Y OTRAS ESPECIES PARA CONSUMO HUMANO

INFORMACIÓN GENERAL													
TIPO DE VISITA:	CERTIFICACIÓN				SEGUIMIENTO			RENOVACIÓN			Oficina ICA:		
Número del certificado del predio:			Fecha de la anterior auditoría:						Fecha de auditoría:				
Nombre del predio:			Departamento:					Municipio:					
Vereda:			Latitud:					Longitud:			Altura (m s. n. m.):		
Propietario:					Número de identificación (C. C. O Nit):								
Representante legal (empresa):					Número de identificación (C. C. O Nit):					Teléfonos:			
Área del predio (ha)			Dirección:				Correo electrónico:						
Cultivos a certificar (especie/variedad)													
Cultivo 1		Área ha		Cultivo 2		Área ha		Cultivo 3		Área ha			
Cultivo 4		Área ha		Cultivo 5		Área ha		Cultivo 6		Área ha			
Cultivo 7		Área ha		Cultivo 8		Área ha		Cultivo 9		Área ha			
Administrador/responsable del predio:			Teléfonos:					Número de identificación:					
Asistente técnico responsable:			T. P. N.º					Teléfono:					
Nombre del auditor:					Puntaje obtenido:		F		My		Mn		

Continúa

[✓] marcar cuando se determine el cumplimiento (puntaje a sumar).				[n. A.] Marcar cuando un punto no aplica.			
	Total criterios	N.º criterios mínimos para cumplir	% criterios a cumplir	N.º criterios cumplidos	% criterios cumplidos	Concepto	X
Fundamentales (f)	7	7	100 %		0 %	Certificable	
Mayores (my)	26	22	85 %		0 %	Aplazado	
Menores (mn)	15	9	60 %		0 %	No certificable	

Nota:

*Todos los puntos de control deben ser inspeccionados

*Todos los puntos de control con incumplimiento deben ser justificados

*En caso de no aplicar un punto [NA] se debe justificar

Continúa

Continuación anexo II

1	ÁREAS E INSTALACIONES		
1.1	Áreas de instalaciones sanitarias		
1.1.1	¿El predio cuenta con baño para los trabajadores?		F
1.1.2	¿El baño permanece en condiciones óptimas de limpieza?		F
1.1.3	Tener avisos informativos claros, alusivos a las actividades de limpieza y desinfección personal.		Mn
1.2	Área para almacenamiento de insumos agrícolas		
1.2.1	¿El predio cuenta con un área para el almacenamiento de insumos agrícolas? ¿Está separada de la vivienda?		My
1.2.2	En esta área ¿los plaguicidas están funcionalmente separados de los fertilizantes y bioinsumos?		My
1.2.3	¿Esta área permanece con llave? ¿Solo se permite el ingreso de personal autorizado?		My
1.2.4	¿Cuenta con botiquín de primeros auxilios?		Mn
1.2.5	¿Cuenta con extintor multiuso en un lugar visible?		Mn
1.2.6	¿Cuenta con un kit para uso en caso de derrame de insumos agrícolas?		My
1.2.7	¿Cuenta con avisos informativos claros, alusivos a las actividades de prevención de peligros relacionados con el manejo de los insumos agrícolas y al uso de elementos de protección personal?		My
1.3	Área de dosificación y preparación de mezclas de insumos agrícolas		
1.3.1	¿El predio cuenta con área de dosificación de insumos agrícolas?		My
1.3.2	¿El predio cuenta con área de preparación de mezclas de insumos agrícolas?		My
1.4	Área de almacenamiento de equipos, utensilios y herramientas		
1.4.1	¿El predio cuenta con área de almacenamiento de equipos, utensilios y herramientas?		My
1.5	Área de acopio transitorio de productos cosechados		
1.5.1	¿El predio cuenta con área de acopio transitorio de productos cosechados?		F
1.6	Área destinada al bienestar de los trabajadores		
1.6.1	¿El predio cuenta con área para el consumo de alimentos y descanso de los trabajadores?		Mn
2	EQUIPOS, UTENSILIOS Y HERRAMIENTAS		
2.1	¿Todos los equipos, utensilios y herramientas se mantienen en buenas condiciones de operación y limpieza? ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento, desinfección y calibración de acuerdo a los requerimientos de		Mn

Continuación anexo II

Continuación anexo II

2.2	¿Se cuenta con procedimientos e instructivos para su manejo, que eviten los riesgos de contaminación cruzada o su deterioro y mal funcionamiento?		Mn	
2.3	¿Se mantienen los registros de todas las actividades de mantenimiento, desinfección y calibración que se realizan?		My	
3	COMPONENTE AMBIENTAL			
3.1	Agua			
3.1.1	Cuando se requiera, ¿se cuenta con permiso de uso de aguas?		My	
3.1.2	¿Se ha identificado la fuente de agua a utilizar en las diferentes labores del		My	
3.1.3	¿Se ha evaluado la calidad del agua?		F	
3.1.4	Si el predio tiene un sistema de riego: ¿se realiza un manejo racional del agua y se han definido las acciones para su protección?		Mn	
3.1.5	¿Se evaluaron las características y recursos de la zona, del predio y de los riesgos asociados al suelo y fuentes de agua?		My	
3.2	Manejo de residuos sólidos y líquidos			
3.2.1	¿El predio cuenta con un plan de manejo de residuos líquidos y sólidos?		My	
3.2.2	¿Las aguas contaminadas con plaguicidas se disponen en un sitio de área de vertimiento de aguas sobrantes debidamente identificado y alejado de las fuentes de agua?		My	
3.2.3	¿Los envases vacíos de plaguicidas son sometidos a la práctica del triple lavado? ¿Se inutilizan sin destruir la etiqueta y son conservados con las debidas precauciones?		My	
3.2.4	¿El material vegetal resultante de podas fitosanitarias es retirado del predio o enterrado?		Mn	
4	MANEJO DE PROTECCIÓN DE SUELOS			
4.1	¿Cuando sea técnicamente posible, se hace rotación de cultivos?		Mn	
4.2	¿En los suelos con problemas de saturación hídrica, se han establecido sistemas de drenajes?		Mn	
4.3	¿Se han formulado planes para prevenir la erosión de los suelos?		Mn	
5	MATERIAL DE PROPAGACIÓN			
5.1	¿El material utilizado para la siembra cumple con la reglamentación vigente, expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)?		My	

Continuación anexo II

Continuación anexo II

5.2	En caso de utilizar material de propagación genéticamente modificado, ¿este está autorizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)?		Mn	
5.3	En caso de que el material de propagación sea obtenido en el predio ¿el proceso garantiza la calidad y sanidad del material?		My	
6	NUTRICIÓN DE PLANTAS			
6.1	¿Se ha diseñado un plan de fertilización basado en el análisis de suelo y los requerimientos de la especie sembrada y es elaborado y ejecutado bajo la responsabilidad del asistente técnico?		My	
6.2	¿Se cuenta con análisis de suelo?		My	
6.3	Los insumos agrícolas utilizados en esta labor ¿cuentan con el registro otorgado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)? ¿Son adquiridos en los almacenes autorizados por esta misma entidad?		My	
6.4	¿Todas las aplicaciones de fertilizantes están registradas en un formato?		My	
6.5	¿Para la preparación de abonos orgánicos en el predio se tienen implementados procedimientos de técnicas de compostaje?		F	
6.6	¿Se llevan registros cuando el abono es preparado en la finca?		My	
7	PROTECCIÓN DE CULTIVO			
7.1	¿Se cuenta con un plan para la protección fitosanitaria del cultivo dentro de los principios del manejo integrado de plagas (MIP) y es planeado y ejecutado bajo la supervisión del asistente técnico?		My	
7.2	¿El personal que manipula estos productos está capacitado y sigue las recomendaciones de uso del fabricante contenidas en la etiqueta?		My	
7.3	¿Están registradas documentalmente todas las aplicaciones de plaguicidas en un formato?		F	
7.4	Se cuenta con un listado sobre los límites máximos de residualidad.		Mn	
7.5	Los plaguicidas químicos y bioinsumos de uso agrícola utilizados en esta labor ¿cuentan con el registro otorgado por el ICA para el blanco biológico descrito específicamente en la etiqueta y son adquiridos en los almacenes registrados por las gerencias seccionales autorizadas por esta misma entidad?		My	
8	PERSONAL			
8.1	¿En el predio se cuenta con elementos de protección personal requeridos de acuerdo a las labores?		F	
8.2	¿El predio cuenta con un plan de capacitación permanente para su personal, debidamente documentado?		Mn	

Continuación anexo II

Continuación anexo II

8.3	¿Se cuenta con un plan de manejo de emergencias o contingencias?		Mn	
9	TRAZABILIDAD			
9.1	Se ha implementado un plan de trazabilidad que permite dar seguimiento al producto o lotes de productos.		My	
OBSERVACIONES				
FIRMA DEL PRODUCTOR O RESPONSABLE FIRMA DEL AUDITOR				

Anexo III.
Criterios de cumplimiento

CERTIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS			
N.º	PUNTOS DE CONTROL	NIVEL	CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO
1	ÁREAS E INSTALACIONES		
1.1	Áreas de instalaciones sanitarias		
1.1.1	¿El predio cuenta con baño para los trabajadores?	Fundamental	Los operarios disponen de unidades sanitarias, fijas o portátiles incluyendo pozos sépticos, siempre que sea diseñado y opere adecuadamente.
1.1.2	¿El baño permanece en condiciones óptimas de limpieza?	Fundamental	El predio cuenta con sistema de lavado de manos para los trabajadores y permanece en condiciones óptimas de limpieza, dotado con papel, jabón y toallas limpias para el secado de
1.1.3	Tener avisos informativos claros, alusivos a las actividades de limpieza y desinfección personal.	Menor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 1.9 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente
1.2	Área de almacenamiento de insumos agrícolas		
1.2.1	¿El predio cuenta con un área para el almacenamiento de insumos agrícolas? ¿Está separada de la vivienda?	Mayor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 1.2 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente resolución.
1.2.2	¿Los plaguicidas están funcionalmente separados de los fertilizantes y bioinsumos?	Mayor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 1.2 anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente
1.2.3	¿Esta área permanece con llave? ¿Solo se permite el ingreso de personal autorizado?	Mayor	Esta área permanece cerrada con llave, para evitar el ingreso de personal no autorizado. Las llaves únicamente son manejadas por la persona responsable asignada.

Continuación anexo III

Continuación anexo III

1.2.4	¿Cuenta con botiquín de primeros auxilios?	Menor	Los botiquines de primeros auxilios deben estar dotados de los elementos necesarios para la atención de una emergencia y se encuentran disponibles y accesibles en todos los sitios permanentes y pueden ser transportados a los lugares de trabajo. Los mismos cumplen con la <u>normativa y las recomendaciones locales</u> .
1.2.5	¿Cuenta con extintor multiuso en un lugar visible?	Menor	Se cuenta con un extintor multiuso con su carga al día, ubicado en un sitio visible y de fácil acceso. El personal autorizado está capacitado
1.2.6	¿Cuenta con un kit para uso en caso de derrame de insumos agrícolas?	Mayor	El área de almacenamiento de insumos cuenta con un kit para uso en caso de derrame, el cual deberá estar señalizado y como mínimo consta de aserrín, arena o un material absorbente comercial, recogedor, bolsa y guantes. La disposición final del residuo se realiza de
1.2.7	¿Cuenta con avisos informativos claros, alusivos a las actividades, de peligros relacionados con el manejo de los insumos agrícolas y al uso de elementos de protección personal?	Mayor	Los avisos deben ser claros y visibles; se deben encontrar en buen estado.
1.3	Área de dosificación y preparación de mezclas de insumos agrícolas		
1.3.1	¿El predio cuenta con área de dosificación de insumos agrícolas?	Mayor	Área identificada y se tienen procedimientos para atención de situaciones de emergencia e indicaciones sobre el uso de elementos de protección personal. Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 1.4 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a
1.3.2	¿El predio cuenta con área de preparación de mezclas de insumos agrícolas?	Mayor	El área de preparación puede estar en la misma área de dosificación o en el cultivo, teniendo las mismas precauciones. Existen indicaciones sobre la necesidad de usar los elementos de protección y cumplir con todas las condiciones de seguridad acorde con el tipo de insumo y las recomendaciones de la etiqueta.
1.4	Área de almacenamiento de equipos, utensilios y herramientas		

Continuación anexo III

Continuación anexo III

1.4.1	¿El predio cuenta con área de almacenamientos de equipos, utensilios y herramientas?	Mayor	Los equipos, utensilios y herramientas deben estar limpios y organizados con el fin de prevenir su deterioro y posibles accidentes.
1.5	Área de acopio transitorio de productos cosechados		
1.5.1	¿El predio cuenta con área de acopio transitorio de productos cosechados?	Fundamental	Este lugar está techado y acondicionado para preservar y garantizar por periodos cortos la calidad e inocuidad de los productos cosechados. Allí se encuentran los equipos y utensilios acordes con las necesidades del producto que se va a cosechar, incluyendo las cajas y canastillas para la cosecha. Los productos no están en contacto directo con el suelo. Los equipos, utensilios y herramientas
1.6	Área destinada al bienestar de los trabajadores		
1.6.1	¿El predio cuenta con área para el consumo de alimentos y descanso de los trabajadores?	Menor	Área independiente de las zonas de trabajo, debe permanecer limpia y ordenada, contar con canecas para la disposición de basuras.
2	EQUIPOS, UTENSILIOS Y HERRAMIENTAS		
2.1	¿Todos los equipos, utensilios y herramientas se mantienen en buenas condiciones de operación y limpieza? ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento, desinfección y calibración de acuerdo a los requerimientos de cada uno?	Menor	Los equipos, utensilios y herramientas empleados en las labores de campo, cosecha y poscosecha son sometidos a actividades de mantenimiento, calibración, limpieza y desinfección. Estas actividades están documentadas y obedecen a una programación.
2.2	¿Se cuenta con procedimientos e instructivos para su manejo, que eviten los riesgos de contaminación cruzada o su deterioro y mal	Menor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 10.2.10 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente resolución.
2.3	¿Se mantienen los registros documentales de todas las actividades de mantenimiento, desinfección y calibración que se realizan?	Mayor	Los registros documentales evidencian la ejecución de las actividades de mantenimiento, calibración, limpieza y desinfección. Estos son legibles, con fechas consecutivas.
3	COMPONENTE AMBIENTAL		
3.1	Agua		

Continuación anexo III

Continuación anexo III

3.1.1	Cuando se requiera, ¿se cuenta con permiso de uso de aguas?	Mayor	En caso de requerirse (concesión superficial y/o subterránea de aguas), se debe contar con el permiso expreso de las autoridades competentes para el uso de las fuentes de agua utilizadas con fines de riego y procesos llevados
3.1.2	¿Se ha identificado la fuente de agua a utilizar en las diferentes labores del predio?	Mayor	Se han establecido las fuentes de agua que se usan en las labores del predio y se definieron las acciones para su protección.
3.1.3	¿Se ha evaluado la calidad del agua?	Fundamental	Mínimo una vez al año; los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos cumplen con los requisitos establecidos de
3.1.4	Si el predio tiene un sistema de riego: ¿se realiza un manejo racional del agua y se han definido las acciones para su protección?	Menor	Cuenta con un plan de uso racional de agua que contenga verificación, mantenimiento y medidas tendientes al control de pérdidas y fugas dentro de las redes de distribución de
3.1.5	¿Se evaluaron las características y recursos de la zona, del predio y de los riesgos asociados al suelo y fuentes de agua?	Mayor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 4.1 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente resolución.
3.2	Manejo de residuos sólidos y líquidos		
3.2.1	¿El predio cuenta con un plan de manejo de residuos líquidos y sólidos?	Mayor	Este plan está actualizado, documentado. Abarca la reducción de desperdicios y contaminación (aire, suelo, agua y ruido) y el reciclaje de residuos. Se visualizan acciones y medidas que confirman el cumplimiento de los objetivos del plan de residuos y contaminantes.
3.2.2	¿Las aguas contaminadas con plaguicidas se disponen en un sitio de área de vertimiento de aguas sobrantes debidamente identificado y alejado de las fuentes de agua?	Mayor	Si se requiere disponer de mezclas no utilizadas y de las aguas de lavado de equipos de aplicación y herramientas (bombas, mangueras, etc.) Estas son aplicadas en una parte del cultivo no tratado, entre los caminos o eras del cultivo o en un área no sembrada o área de barbecho demarcada para tal fin y

Continuación anexo III

Continuación anexo III

3.2.3	¿Los envases vacíos de plaguicidas son sometidos a la práctica del triple lavado? ¿Se inutilizan sin destruir la etiqueta y son conservados con las debidas precauciones?	Mayor	Antes de desechar los recipientes vacíos de agroquímicos, se realiza el triple lavado de los mismos, tal como lo estipula la legislación nacional y recomendaciones de asociaciones reconocidas. Para evitar su reutilización los envases lavados son perforados sin dañar su etiqueta y almacenados en forma segura, junto con otros empaques de plaguicidas en bolsas o canecas plásticas debidamente identificadas, para luego ser desechados adecuadamente. Se pueden realizar prácticas de recolección para su posterior incineración o reciclaje de acuerdo
3.2.4	¿El material vegetal resultante de podas fitosanitarias es retirado del predio o enterrado?	Menor	Evidenciar los requisitos señalados en el numeral 4.5 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas anexo a la presente
4	MANEJO DE PROTECCIÓN DE SUELOS		
4.1	¿Cuando sea técnicamente posible, se hace rotación de cultivos?	Menor	Especialmente en los cultivos de ciclo corto, se realiza rotación de cultivos.
4.2	¿En los suelos con problemas de saturación hídrica, se han establecido sistemas de drenajes?	Menor	Evidenciar el plan para evitar la erosión de los suelos según los requisitos señalados en el numeral 10.2.2 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente
4.3	¿Se han formulado planes para prevenir la erosión de suelos?	Menor	Evidenciar la presencia del plan para prevenir la erosión de los suelos y las prácticas como coberturas nobles, sistemas de drenaje, labranza mínima y manejos de curvas de nivel para siembra en áreas de ladera.
5	MATERIAL DE PROPAGACIÓN		
5.1	¿El material utilizado para la siembra cumple con la reglamentación vigente, expedida por el ICA?	Mayor	Evidenciar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el numeral 6.1 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
5.2	En caso de utilizar material de propagación genéticamente modificado, ¿este ha sido autorizado por el ICA?	Menor	Evidenciar el registro documental del material de propagación genéticamente modificado.

Continuación anexo III

Continuación anexo III

5.3	En caso de que el material de propagación sea obtenido en el predio, ¿el proceso garantiza la calidad y sanidad del material?	Mayor	Evidenciar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los numerales 6.3 y 10.1.9 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
6	NUTRICIÓN DE PLANTAS		
6.1	¿Se ha diseñado un plan de fertilización basado en el análisis de suelo y los requerimientos de la especie sembrada y es elaborado y ejecutado bajo la responsabilidad del asistente técnico?	Mayor	Evidenciar el plan de fertilización, de acuerdo a lo establecido en los numerales 7.1 y 10.2.5 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
6.2	¿Se cuenta con análisis de suelo?	Mayor	Evidenciar de acuerdo a lo establecido en el numeral 11.3 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
6.3	Los insumos agrícolas utilizados en esta labor ¿cuentan con el registro otorgado por el instituto colombiano agropecuario (ICA)? ¿Son adquiridos en los almacenes autorizados por esta misma entidad?	Mayor	Los insumos cuentan con el registro otorgado por el ICA y son adquiridos en los almacenes autorizados por esta misma entidad.
6.4	¿Todas las aplicaciones de fertilizantes están documentadas en un formato?	Mayor	Evidenciar el registro documental de las aplicaciones, de acuerdo a lo establecido en el numeral 10.1.2 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente
6.5	Para la preparación de abonos orgánicos en el predio se tienen implementados procedimientos de técnicas de compostaje.	Fundamental	Evidenciar el procedimiento de acuerdo a lo establecido en los numerales 7.3 y 10.2.8 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
6.6	¿se llevan registros cuando el abono es preparado en la finca?	Menor	Evidenciar los registros documentales de acuerdo a lo establecido en los numerales 7.3 y 10.1.6 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
7	PROTECCIÓN DE CULTIVO		

Continuación anexo III

Continuación anexo III

7.1	¿se cuenta con un plan para la protección fitosanitaria del cultivo dentro de los principios del manejo integrado de plagas (MIP) y es planeado y ejecutado bajo la supervisión del asistente técnico?	Mayor	Evidenciar el plan de acuerdo a lo establecido en el numeral 10.2.6 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
7.2	¿el personal que manipula estos productos está capacitado y sigue las recomendaciones de uso del fabricante contenidas en la etiqueta?	Mayor	Evidenciar que el personal que realiza la aplicación se encuentra capacitado de acuerdo a lo establecido en el numeral 3.2.1 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
7.3	¿están registradas documentalmente todas las aplicaciones de plaguicidas en un formato?	Fundamental	Evidenciar el registro documental de las aplicaciones, de acuerdo a lo establecido en el numeral 10.1.2 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
7.4	Se cuenta con un listado sobre los límites máximos de residualidad.	Menor	Evidenciar el listado de acuerdo a lo establecido en el numeral 11.4 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
7.5	Los plaguicidas químicos y bio-insumos de uso agrícola utilizados en esta labor ¿cuentan con el registro otorgado por el ICA, para el blanco biológico descrito específicamente en la etiqueta y son adquiridos en los almacenes autorizados por esta misma entidad?	Mayor	Evidenciar disposiciones de acuerdo a lo establecido en el numeral 8 del anexo I del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
8	PERSONAL		
8.1	¿en el predio se cuenta con elementos de protección personal requeridos de acuerdo a las labores?	Fundamental	Evidenciar el cumplimiento de lo establecido en el numeral 3.1 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
8.2	¿el predio cuenta con un plan de capacitación permanente para su personal debidamente documentado?	Menor	Evidenciar el cumplimiento de lo establecido en el numeral 3.2 y verificar los listados de asistencia de acuerdo a lo establecido en el numeral 10.1.3 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.

Continuación anexo III

Continuación anexo III

8.3	¿se cuenta con un plan de manejo de emergencias o contingencias?	Menor	Evidenciar el cumplimiento de lo establecido en el numeral 3.3 y verificar de acuerdo a lo establecido en el numeral 10.2.9 del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.
9	TRAZABILIDAD		
9.1	Se ha implementado un plan de trazabilidad que permite dar seguimiento al producto o lotes de productos.	Mayor	Evidenciar los registros documentales de la trazabilidad establecidos en los numerales 9 y 10 .1.5. Del anexo i del manual de buenas prácticas agrícolas de la presente resolución.

Los autores

Jorge Jaramillo Noreña

jejaramillo@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo y magíster en Entomología con énfasis en Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Ha trabajado en desarrollo de investigación aplicada y participativa en temas sobre producción artesanal de semillas de hortalizas, producción limpia de hortalizas, evaluación de materiales hortícolas importados, construcción de modelos tecnológicos y recomendaciones técnicas y agronómicas para el cultivo competitivo y sostenible de hortalizas bajo condiciones protegidas y a campo abierto.

Paula Andrea Aguilar Aguilar

paguilar@agrosavia.co

Ingeniera agropecuaria. Estudiante de la maestría en Desarrollo Rural en la Universidad Nacional de Costa Rica. Ha trabajado en proyectos de investigación en sistemas productivos y de transferencia de tecnología en hortalizas y aromáticas. Actualmente, es profesional de investigación adscrita a la Red de Hortalizas y Aromáticas, CI La Selva de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Andrea del Pilar Villarreal Navarrete

avillarreal@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma y magíster en Ciencias Agrarias en la línea de investigación en Fisiología de Cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. Ha trabajado en investigación en fisiología vegetal, en la interacción planta-patógeno y en la respuesta de las plantas ante el estrés de tipo biótico y abiótico en hortalizas y frutales. Actualmente, es investigadora máster, adscrita a la Red de Hortalizas y Aromáticas, CI Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Alegría Saldarriaga Cardona

asaldarriaga@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, y magíster en Fitopatología de la Universidad de Caldas (Colombia). Ha trabajado en investigación en frutales y hortalizas de clima frío moderado, especialmente diagnóstico y manejo integrado de enfermedades. Actualmente, se desempeña como investigadora máster, adscrita a la Red de Frutales, como red principal y, a la Red de Hortalizas y Aromáticas como red secundaria, en el CI La Selva en Rionegro de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Nancy Yohana Grisales Vásquez

ngrisales@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma. Magíster en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia. Ha apoyado procesos de investigación tanto en el área de mejoramiento como en el área de fitopatología en diversos sistemas productivos, que incluyen raíces y tubérculos; frutales y hortalizas de clima frío. Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en AGROSAVIA CI La Selva, Rionegro, Antioquia.

Luz Mary Quintero Vásquez

lquintero@agrosavia.co

Ingeniera de alimentos. Se desempeñó, desde enero de 2007, como profesional de investigación en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), CI La Selva, Red de Hortalizas y Aromáticas. Ha trabajado en investigación en el área de cosecha, poscosecha y agroindustria, generando valor agregado en productos como papa, tomate, hortalizas varias y aromáticas.

Germán Franco

gfranco@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Caldas. Especialista en poscosecha de vegetales perecederos de la Universidad del Quindío y doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, con área de profundización en poscosecha. En la actualidad, se desempeña como investigador PhD. asociado al área de fisiología de poscosecha en el CI La Selva de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en la Red de hortalizas y plantas aromáticas, donde desarrolla trabajos en hortalizas y frutales.

Fabián Enrique Martínez Camelo

fmartinez@agrosavia.co

Ecólogo. Magíster en Conservación y uso de la biodiversidad de la Pontificia Universidad Javeriana. Ha trabajado en sostenibilidad de los sistemas agropecuarios, restauración ecológica, conservación *in situ* de agrobiodiversidad, agricultura familiar, seguridad alimentaria, agricultura urbana y periurbana, ordenamiento territorial y medición de impacto ambiental. Actualmente, está adscrito a la Red de Hortalizas y Aromáticas de AGROSAVIA y ha participado en proyectos de las redes de raíces y tubérculos y cultivos transitorios y agroindustriales. Pertenecer al Centro de Investigación Tibaitatá, ubicado en Mosquera, Cundinamarca.

Alba Nora Sánchez Bernal

ansanchez@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma. Especialista en Ingeniería Ambiental. En curso Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Ha trabajado en implementación y certificación de sistemas de gestión ambiental y social con énfasis en sector floricultor, mejoramiento de procesos técnicos y ambientales con énfasis en frutales de clima frío moderado. Asimismo, ha participado en proyectos de estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental. En AGROSAVIA, se desempeña como Profesional de Apoyo a la Investigación y se encuentra adscrita a la Red de frutales con participación en proyectos de aguacate, mora, brócoli, lechuga y calabacín, con orientación hacia la investigación de buenas prácticas y sostenibilidad de los sistemas productivos.

Roger Alonso Bautista Cubillos

rbautista@agrosavia.co

Economista con maestría en Territorio y especialización en Gerencia Financiera. Se desempeña en diferentes áreas de la investigación, administración financiera y planeación estratégica; asimismo, en liderazgo en la formulación y ejecución de proyectos del área agropecuaria con énfasis en áreas socioeconómicas.

Juan Carlos Fuentes

jffuentes@agrosavia.co

Economista con maestría en ciencias económicas. Formación en teoría económica e investigación socioeconómica, experiencia en el diseño e implementación de políticas económicas y sociales focalizadas a población en condición de vulnerabilidad, con capacidad para entender y analizar la dinámica y el comportamiento de los agentes económicos que intervienen en el sector agropecuario, la construcción y consolidación de indicadores que permitan la evaluación y seguimientos de proyectos de investigación con componente socioeconómico, con aplicación de herramientas estadísticas que permiten la toma de decisiones SPSS, STATA, E-VEWS. Adscrito a la Red de Hortalizas y Aromáticas de AGROSAVIA. En el CI Tibaitatá ubicado en Mosquera, Cundinamarca.

Albeiro de Jesús Macías Vivares

amacias@agrosavia.co

Bachiller agrícola. Trabaja como Asistente de Investigación y tiene experiencia en desarrollo de trabajos de investigación en el área de fitopatología bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo; especialmente en el montaje evaluación y seguimiento a los experimentos con el acompañamiento de los especialistas del área. Preparación de medios simples y modificados para diagnóstico y estudios biológicos de enfermedades en vegetales. Manejo de ensayos de investigación en campo, toma y registro de información. Adscrito a la Red de frutales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia.

Referencias

- AGQ Labs Colombia. (2017). *La importancia del análisis de suelos agrícolas*. Recuperado de <https://agqlabs.co/2017/02/03/la-importancia-del-analisis-suelos-agricolas>.
- AGQ Labs Colombia. (2018). *Análisis de suelos agrícolas*. Recuperado de <https://agqlabs.co/analisis-de-suelos-agricolas>.
- Agrolanzarote. (2012). *Fichas técnicas de cultivos de Lanzarote. Calabacín*. Lanzarote, España: Servicio Insular Agrario. Recuperado de http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/agrolanzarote.ficha_calabacin.pdf.
- Agudelo, O. L., & Hoyos, C. A. (2001). *Evaluación de tres formulaciones de Bacillus thuringiensis Berliner para el control del complejo barrenador del pepino, Diaphania spp. (Lepidoptera: Pyralidae)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Alcaldía Municipal de Chipaque. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Chipaque Próspero y Solidario*. Chipaque, Colombia: Alcaldía Municipal de Chipaque.
- Alcaldía Municipal de El Carmen de Viboral. (2016). *Plan de Desarrollo municipal 2016-2019. Territorio de vida y paz*. El Carmen de Viboral, Colombia: Alcaldía Municipal de El Carmen de Viboral.
- Alcaldía Municipal de El Santuario. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Juntos Hacemos el Cambio*. El Santuario, Colombia: Alcaldía Municipal de El Santuario.
- Alcaldía Municipal de Envigado. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Vivir Mejor, un Compromiso con Envigado*. Envigado, Colombia: Alcaldía Municipal de Envigado.
- Alcaldía Municipal de Fusagasugá. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Juntos Sí Podemos*. Fusagasugá, Colombia: Alcaldía Municipal de Fusagasugá.
- Alcaldía Municipal de La Ceja del Tambo. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. La Ceja para Vivir Mejor*. La Ceja del Tambo, Colombia: Alcaldía Municipal de La Ceja del Tambo.
- Alcaldía Municipal de Marinilla. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Marinilla Somos Todos*. Marinilla, Colombia: Alcaldía Municipal de Marinilla.
- Alcaldía Municipal de Medellín. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Medellín Cuenta con Vos*. Medellín, Colombia: Alcaldía Municipal de Medellín.

- Alcaldía Municipal de Rionegro. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Rionegro, Tarea de Todos*. Rionegro, Colombia: Alcaldía Municipal de Rionegro.
- Alcaldía Municipal de Silvania. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019. Juntos por Silvania*. Silvania, Colombia: Alcaldía Municipal de Silvania.
- Alcaldía Municipal de Une, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia), & Todoambiente. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Une*. Une, Colombia: Alcaldía Municipal de Une.
- Almodóvar, W. (2008). *Clínica de diagnóstico de enfermedades y plagas en plantas*. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/walmodovar/index.htm>.
- Alomar, O., Adillon, J., Bordas, E., Castañe, C., Gabarra, R., & Albajes, R. (1989). *Prácticas culturales de control integrado en invernaderos* (Hojas divulgadoras N.º 11/89). Barcelona, España: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries.
- Alves, S. B. (1986). *Controle Microbiano de Insetos: agentes entomopatogénicos no controle microbiano*. São Paulo, Brasil: Manole.
- Alzate, J. F., & Loaiza, L. F. (2008). Monografía del cultivo de la lechuga. En *Inteligencia en agroproducción*. Bogotá, Colombia: Colinagro.
- Andrés, I. M. (2012). *Estudio preliminar para el desarrollo de una colección de mutantes en calabacín (Cucurbita pepo)* (Tesis de pregrado). Universidad de Almería, Almería, España.
- Antía, G., & Torres, J. (1998). *Manejo post-cosecha y comercialización de mora (Rubus Glaucus Benth)*. Bogotá, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Department for International Development (DFID).
- Arias, S. (2007). *Producción de pepino. Manual de producción*. San Pedro Sula, Honduras: United States Agency for International Development (Usaid), Programa de Diversificación Económica Rural (RED).
- Aristizábal L, M. (2003). *Fisiología Vegetal*. Universidad de Caldas. Editorial Artes gráficas Tizan Ltda. Manizales – Colombia. 306p.
- Balandrán, R., Mendoza, A., Gardea, A., Vargas, I., & Martínez, M. (2003). Irreversibility of chilling injury in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.) could be a programmed event long before the visible symptoms are evident. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 307(3), 553-557.
- Barreiro, M. (2000). La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano. *Claridades Agropecuarias*, 3-21.

- Barrera, J., Cruz, M., & Melgarejo, L. (2010). Nutrición mineral. En L. Melgarejo (Ed.). *Experimentos en fisiología vegetal* (pp. 79-106). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Bellotti, A. C., Reyes, J. A., Guerrero, J. M., & Fernández, F. (1982). *Ácaros presentes en el cultivo de la yuca y su control* [Guía de estudio]. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Bernal, L., Pesca, L., Rodríguez, D., Cantor, F., & Cure, J. R. (2008). Plan de muestreo directo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos comerciales de tomate. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 266-276.
- Bernhardt, E., Dodson, J., & Watterson, J. (1988). *Enfermedades de las cucurbitáceas. Guía práctica para vendedores de semillas, productores y asesores*. Saticoy, EE. UU.: Petoseed, Breeders-Growers.
- Bichópolis. (2016). *AcariRaptor*. Tabio, Colombia: BioBee Biologycal Systems. Recuperado de <http://biobee.co/mip-biologico/acariraptor/>.
- Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat, M., & Javoy, M. (1996). *Enfermedades de las cucurbitáceas: observar, identificar, luchar*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Blanco, M. T. (2015). *Estudio del potencial de variedades de calabacín para ser transformadas a un producto IV Gama (Suitability of summer squash cultivars to be processed as fresh-cut products)* (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
- Bojacá, C., Monsalve, O., Casilimas, H., Gil, R., Villagrán, E., Arias, L., & Fuentes, L. (2012). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*. Bogotá, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Bonilla, I. (2008). Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales. En J. Azcón-Bieto & M. Talón (Eds.). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona, España: McGraw-Hill.
- Bruzón, S. (2000). La producción de tomate bajo invernadero. *Revista Asiava*, (56), 21-22.
- Buriticá, P. (1999). *Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia*. Medellín, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Universidad Nacional Colombia.
- Bustillo, A. E., & Alomia de Gutiérrez, B. (1983). Las plagas del tomate y su control. En *Hortalizas* (Manual de asistencia técnica N.º 28, pp. 95-119). Bogotá, Colombia: ICA.

- Caballero, J. (2014). *Efecto hepatoprotector de la almendra de semillas de Cucurbita máxima (zapallo Macre) en ratas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2006). *Balance tecnológico cadena productiva hortofrutícola en Bogotá y Cundinamarca*. Bogotá, Colombia: CCB. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2872>.
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2008). *Sumapaz. Caracterización económica y empresarial*. Bogotá, Colombia: CCB. Recuperado de http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2890/6234_caracteriz_empresarial_sumapaz.pdf;sequence=1.
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB). (2010). *Plan de competitividad para la provincia de Oriente. Agenda de proyectos transversales y sectoriales de impacto regional para la provincia de Oriente*. Bogotá, Colombia: CCB. Recuperado de <https://www.ccb.org.co/content/download/3221/39305/file/Plan%20de%20competitividad%20de%20Oriente.pdf>.
- Cantwell, M., & Kasmire, R. (2007). Sistemas de manejo postcosecha: hortalizas de frutos. En A. Kader (Ed.). *Tecnología postcosecha de cultivos* (pp. 457-473). Davis, EE. UU.: Universidad de California.
- González, R; Cardona, C & Van Schoonhoven, A. (1982). Morfología y biología de los crisomélidos *Diabrotica balteada* LeConte y *Cerotoma facialis* Erickson como plagas de frijol común. Turrialba (32(3): 257-264.
- Cardona, C., Rodríguez, I. V., Bueno, J. M., & Tapia, X. (2005). *Biología de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en habichuela y frijol*. Cali, Colombia: CIAT, DFID.
- Carretero, A. (2007). *Aspectos ambientales. Identificación y evaluación*. Madrid. España. Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor).
- Carvajal, F., Palma, F., Jamilena, M., & Garrido, D. (2015). Cell wall metabolism and chilling injury during postharvest cold storage in zucchini fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 68-77.
- Casadevall, M., Bordas, E., & Albajes, R. (1979). La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*, en el Meresme. I. Resultados preliminares de lucha integrada en un cultivo de tomate. *Anales Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias INIA*, (11), 44-46.
- Castaño, J. (2015). *Principios básicos de hongos fitopatógenos*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.

- Castaño, J., & Del Río, L. (1997). *Manual para el diagnóstico de hongos, bacterias, virus y nematodos fitopatógenos*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Castro, C., Siachoque, R., Garzón, E., Useche, L., & Velandia, M. (2000). Conflicto de uso de las tierras. En E. Ávila (Ed.). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca* (Tomo III). Bogotá, Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). (1990). *Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate*. Turrialba, Costa Rica: Catie.
- Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). (2006). *El cultivo del calabacín en Aragón. Estudio de variedades con destino industrial* (Informaciones técnicas N.º 164). Zaragoza, España: CTA. Recuperado de http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3705325.
- Cisneros, F. (1980). *Principios del control de las plagas agrícolas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (s. f.). *Cucurbita pepo pepo*. Ciudad de México, México: Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (Cesaveg). (2005). *Ficha técnica Liriomyza sativa*. Irapuato, Guanajuato: México: Cesaveg. Recuperado de <http://www.cesaveg.org.mx/new/fichastecnicas/fichatecnicaliriomyzasativa.e.pdf>.
- Comunidad Andina de Naciones (CAN). (1998). *Decisión 436. Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola*. Lima, Perú: CAN.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2007). *Acuerdo de competitividad cadena de hortalizas de Antioquia*. Medellín, Colombia: Maná, Gobernación de Antioquia, Corpoica, Agencia para el Desarrollo Económico de la Provincia del Oriente Antioqueño (Adeproa), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

- Corporación de Estudios, Educación e Investigación Ambiental (CEAM). (2003). *El distrito agrario del Oriente antioqueño, una propuesta para el desarrollo rural sustentable 2006-2009*. Marinilla, Colombia: CEAM.
- Cotes, A. M., López, A., Villamizar, L. F., Díaz, A., Espinel, C., Torres, L., & García, J. (2006). *Resumen de investigaciones en el control biológico de las moscas blancas Bemisia tabaci y Trialeurodes vaporariorum*. Bogotá, Colombia: Corpoica, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias).
- Cuesta, P. A., Mateus, H., Barros, J., Contreras, A., Jiménez, N. C., Villaneda, E., ... & Carrero, G. A. (2005). *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos* (Manual técnico). Bogotá, Colombia: Corpoica.
- De la Cruz, A. M., Cardona, C., & De la Cruz, J. (1989). Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), minador del fríjol. *Acta Agronómica*, 39(3-4), 133-141.
- Del Río, M., Pascual, F., Martínez, D., Blanco, M. T., Font, R., García, M. C., ... & Gómez, P. (2015). *Diversidad fisico-química en variedades de calabacín*. Almería, España: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Della, P., & Rodríguez, R. A. (2013). El género *Cucurbita*. En P. Della (Ed.). *Manual del cultivo del zapallo anquito (Cucurbita moschata Duch.)*. Mendoza, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Departamento Administrativo de la Función Pública (DAFP). (2004). *Norma técnica de calidad en la gestión pública NTCGP 1000:2004*. Bogotá, Colombia: DAFP.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Uso, cobertura y tenencia de suelo En *Geoportal del 3er Censo Nacional Agropecuario* [Bases de datos]. Bogotá, Colombia: DANE. Recuperado de <http://geoportal.dane.gov.co/geocna/#>.
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2003). *Reglamento (CE) N.º 1757/2003 de la Comisión de 3 de octubre de 2003 por el que se establecen las normas de comercialización de los calabacines y se modifica el Reglamento (CEE) N.º 1292/81*. Bruselas, Bélgica: Comisión Europea.
- Díaz, L., & Gómez, L. (1990). *La ahuyama (Cucurbita maxima Duch)* [Seminario]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Else, K. D. (1985). Resistance mechanisms in *Cucurbita moschata* to pickleworm and melonworm (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 78(5), 1048-1051.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin, A. (2009). *Manual de cultivo del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) y melón (Cucumis melo L.)*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Recuperado de http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_sandia_y_melon.pdf.
- Fayos, A., Blanco, M. T., Pérez, A., Domínguez, I., & Font, R. (2012). *Operaciones de limpieza y lavado de hortalizas frescas en la central hortofrutícola*. Sevilla, España: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (Ifapa). Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/contenidoAlf?id=87368e6f-5a38-43ed-b871-7b53c420612c§or=4d53d630-9a2d-11df-accb-dd1840cb71c5§orf=4d53d630-9a2d-11df-accb-dd1840cb71c5&l=>.
- FAX México. (2013). *Calabacita*. Recuperado de www.faxsa.com.mx/semhort1/c60ca001.htm.
- Fernández, A. (2015). *Análisis comparativo de la expresión sexual y la postcosecha de diferentes variedades de calabacín bajo condiciones de agricultura ecológica* (tesis de pregrado). Universidad de Almería, Almería, España.
- Flores, B. (2005). *Evaluación y selección de siete especies de hortalizas de fruto para la tolerancia en ambiente de salinidad a nivel plántula* (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas Puebla, San Andrés Cholula, México. Recuperado de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laec/flores_l_b/.
- Flores, I. (1986). Cultivos de Hortalizas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Agronomía. Monterrey, México. 170 p.
- Fonseca, J. M., & Cinco, R. A. (2006). Evaluation of commercial alternatives to reduce postharvest pitting of organically grown zucchini and cucumber. *Acta Horticulturae*, (712), 291-297.

- Forero, G., Rodríguez, M., Cantor, F., Rodríguez, D., & Cure, J. R. (2008). Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius* (*Neoseiulus*) sp. (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 78-86.
- Franco, G., & Giraldo, M. (2001). *El cultivo de la mora*. Manizales, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Fuentes Q., L. S. (2008). Controladores biológicos promisorios en el manejo integrado de plagas de hortalizas en la Sabana de Bogotá. En: Simposio Actualidades en el manejo integrado de plagas en hortalizas y aromáticas. Memorias. Socolen. 25 de abril de 2008. Bogotá, Colombia. 3 p.
- Fuentes, L. S., Niño, N. E., Casilimas, H. A., & Bojacá, C. R. (2014). *Plagas y enfermedades del cultivo del tomate. Guía técnica de campo*. Bogotá, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Gajewski, M. (2003). Sensory and physical changes during storage of zucchini squash (*Cucurbita pepo* var. Giromontina Alef.). *Acta Horticulturae*, 604, 613-617.
- Galvis, J., & Herrera, A. (1995). La mora. Manejo poscosecha. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- García, C. (2012). *Elaboración de un paquete tecnológico para productores, en manejo cosecha y poscosecha de mora (Rubus glaucus Benth) aplicando ingeniería de calidad y determinación de las características nutraceuticas de la fruta en precosecha, en el municipio de Silvania - Cundinamarca* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- García R, F. (1985) Generalidades sobre cucarroncitos del follaje. En: Memorias Seminario sobre Crisomélidos de importancia agrícola. Sociedad Colombiana de Entomología – SOCOLEN. Buga, 18 de abril de 1985. p.33-43.
- Garzón, E., Jiménez, L., & Botón, J. S. (2000). Zonificación de tierras. En E. Ávila (Ed.). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca* (Tomo III). Bogotá, Colombia: DANE, IGAC.

- Giambanco, H. (2003). *Manipulación del calabacín*. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/70392-Manipulacion-del-calabacin.html>.
- Girón, C., Martínez, C., & Monterroza, M. (2012). *Influencia de la aplicación de bocashi y lombricompost en el rendimiento de calabacín (Cucurbita pepo L.), espinaca (Spinacia oleracea L.), lechuga (Lactuca sativa L.) y remolacha (Beta vulgaris L.), bajo el método de cultivo biointensivo, San Ignacio, Chalatenango* (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Gobernación de Cundinamarca. (2014). Capítulo 11. Agropecuario. En *Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013*. Bogotá, Colombia: Gobernación de Cundinamarca. Recuperado de http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/b7ea1496-2fb2-403c-87ec-e4a01656ea33/Cap_11.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kNRoLiL.
- Hermelin, M. (1992). Los suelos del oriente antioqueño, un recurso no renovable. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 21(1), 25-36.
- Hunt, R. (1990). Basic growth analysis: Plant growth analysis for beginners. Unwin Hyman, Boston, MA.
- Impulsemillas. (2017a). *Amanda F1* (Ficha técnica). Recuperado de <http://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/CALABACIN-AMANDA.pdf>.
- Impulsemillas. (2017b). *Golden F1* (Ficha técnica). Recuperado de <http://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/CALABACIN-GOLDEN.pdf>.
- Impulsemillas. (2017c). *Mila F1* (Ficha técnica). Recuperado de <http://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/CALABACIN-MILA.pdf>.
- Infoagro. (2017). *El cultivo del calabacín*. Recuperado de <http://canales.ideal.es/canalagro/datos/hortalizas/calabacin.htm>.
- Ingunza, M. (1963). *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidoptera: Pyraustidae), perforador de las guías y frutos del melón y de otras cucurbitáceas. *Revista Peruana de Entomología Agrícola*, 6(1), 73-104.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: ICA.

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2014). *Resolución 3497, por medio de la cual se establece el procedimiento para la revaluación de los plaguicidas químicos de uso agrícola registrados con anterioridad a la entrada en vigencia de la Decisión CAN 436 y se establecen otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). *Resolución 3168, por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2017). *Resolución 30021, por medio de la cual se establecen los requisitos para la Certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018a). *Registros de venta de plaguicidas químicos de uso agrícola*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Regulacion-y-Control-de-Plaguicidas-Quimicos/REGISTROS-DE-VENTA-FEB-28-2017.aspx>.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018b). *Registros nacionales marzo de 2018*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/REGISTROS-NACIONALES-PQUA-15-04-09.aspx>.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2006). *Reglamento particular para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas otorgada por Icontec*. Bogotá, Colombia: Icontec.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2007). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras* (Tomo 3). Bogotá, Colombia: IGAC.
- Jaramillo, J., Aguilar, P., Valencia, C., Saldarriaga, A., Martínez, A., Forero, C., ... & Franco, G. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli en el departamento de Antioquia Brassica oleracea L. var. Itálica*. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo, J., Muñoz, J. L., & Zapata, M. A. (2001). *Recomendaciones generales para el manejo de hortalizas comerciales*. Rionegro, Colombia: Corpoica.

- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., & Zapata, M. (2012). *El cultivo de tomate bajo invernadero* (Boletín técnico 21). Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T. (2007). *Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas* (Manual técnico). Rionegro, Colombia: Corpoica, Gobernación de Antioquia, FAO.
- Jaramillo, J., Tamayo, A., Suaza, D., & Rodas, M. G. (1998). *Fertilización química y orgánica en lechuga (Lactuca sativa Great Lakes) en suelos andisoles del municipio de Marinilla, Oriente Antioqueño. Frutos de investigación 1994-1998*. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo, J. E. (2001). *El manejo agronómico de cultivos como herramienta de manejo integrado de plagas y enfermedades tendientes a la producción limpia de hortalizas*. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo, J. E., & Díaz, C. A. (2006). *El cultivo de las crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china* (Manual técnico 20). Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo N., J. E.; Rodríguez V. P.; Guzmán A. M.; Zapata C., M. A. y Rengifo, T. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Medellín, Colombia: FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, Corpoica.
- Jaramillo, J. E., & Ríos, G. (2007). *Estrategias de producción limpia de hortalizas* (Boletín técnico). Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo, J. E., Rodríguez, V. P., Gil, L. F., García, M. C., Hío, J. C., Quevedo, D., ... & Zapata, M. A. (2013). *Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Kader, A. (2007). Biología y tecnología postcosecha: un panorama. En A. Kader (Ed.). *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas* (pp. 43-53). Davis, EE. UU.: Universidad de California.
- Kitinoja, L., & Kader, A. (2002). *Técnicas de manejo poscosecha a pequeña escala: manual para los productos hortofrutícolas*. Davis, EE. UU.: Universidad de California.
- Kramer, G. F., & Wang, C. Y. (1989). Correlation of reduced chilling injury with increased spermidine and spermine levels in zucchini squash. *Physiologia Plantarum*, 76(4), 479-484.

- Lardizábal, R., & Theodoracopoulos, M. (2004). *Manual de producción de zucchini*. Tegucigalpa, Honduras: Fintrac, Centro de Desarrollo de Agronegocios (CDA).
- Latorre, B. (1990). *Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado*. Santiago, Chile: FAO.
- Lira, R. (1995). *Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), International Plant Genetic Resources Institute (Ipgri).
- Londoño, M. E. (2006). Manejo integrado de plagas. En J. E. Jaramillo & C. A. Díaz (Eds.). *El cultivo de las crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china* (Manual técnico 20) (pp. 75-94). Rionegro, Colombia: Corpoica.
- López, A. (1992). Plagas de las hortalizas y su manejo. En H. Muñoz & C. A. Silva (Eds.). *Primer Curso Nacional de Hortalizas de Clima Frío* (pp. 117-152). Bogotá, Colombia: ICA.
- López, J. (2016). Calabacín. En J. V. Maroto & C. Baixauli (Eds.). *Cultivos hortícolas al aire libre* (pp. 595-622). Almería, España: Cajamar Caja Rural. Recuperado de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/cultivos-hortícolas-al-aire-libre.pdf>.
- Luna, M., Toledo, A., & Iglesias, L. (2009). Identificación de enterobacterias causantes de pudriciones blandas en *Cucurbita pepo* L., en Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 27(1), 64-68.
- Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14(3), 257-269.
- Madrigal, A. (2001). *Fundamentos de control biológico de plagas*. Medellín Colombia: Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Manrique, A., & Blanco, J. (2013). Polinización de tomate, calabacín y pepino, con *Meliponinos* y *Apis mellifera* en invernaderos. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 243-253.
- Martínez, A. (2011). *Medida y evaluación de la actividad fotosintética en un cultivo de calabacín (Cucurbita pepo L. c. v. Canella) derivada del empleo de nuevas mallas de protección*. Almería, España: Universidad de Almería. Recuperado de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/555/proyecto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Martínez, M. A., Balandrán, R. R., Soto, R., Quintero, A. & Márquez, R. (2008). Poliaminas y acondicionamiento térmico reducen daño por frío y afectan actividad de β -galactosidasa en calabaza zucchini. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 14(3), 243-248.
- Martínez, M. A., Ramos, M. G., Gardea, A. A., & Vargas, I. (2002). Effect of infiltrated polyamines on polygalacturonase activity and chilling injury responses in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 295(1), 98-101.
- McCollum, G. (2016). Squash. En K. Gross, C. Wang & M. Saltveit (Eds.). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks* (pp. 556-558). Springfield, EE. UU.: United States Department of Agriculture (USDA).
- Megías, Z., Martínez, C., Manzano, S., García, A., Reboloso, M., Valenzuela, J., ... & Jamilena, M. (2016) Ethylene biosynthesis and signaling elements involved in chilling injury and other postharvest quality traits in the non-climacteric fruit of zucchini (*Cucurbita pepo*). *Postharvest Biology and Technology*, 113, 48-57.
- Mesa, N. C. (2001). Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agroecosistema de tomate y propuesta de un manejo integrado de plagas. En *Hortalizas: plagas y enfermedades* (pp. 23-29). Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Decreto 3600, por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto 2820, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Morales, F. J., Cardona, C., Bueno, J. M., & Rodríguez, I. (2006). *Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas*. Cali, Colombia: CIAT.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos*. Madrid, España: Pirámide.
- Nascimento, M. C. (2008). Yellow Squash. En M. C. Nascimento (Ed.). *Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables* (pp. 221-235). Ames, EE. UU.: Blackwell Publishing.
- Navarro, V., Lara, L., & Fernández, M. M. (2011). *Colección de fichas de plagas en cultivos hortícolas protegidos*. Córdoba, España: Junta de Andalucía. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/contenidoAlf?id=72fe9a7b-50b3-4c94-ab65-b0f0ce2c866a>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *El cultivo del tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Asunción, Paraguay: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). *Datos de producción cultivos. Calabazas, zapayo, calabaza confitera* [Bases de datos]. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2004). *Norma Internacional ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. Ginebra, Suiza: ISO.
- Ortega, C. G. (2015). *Características agronómicas y rendimiento de cultivares de zucchini en Champerico, Retalhuleu* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Coatepeque, Guatemala.
- Osorio, J., Martínez, P., Rodríguez, D., & Borrero, F. (1998). *Manejo integrado de plagas en hortalizas de clima frío*. Bogotá, Colombia: ICA.

- Osorio, J., Pisco, Y., Espitia, E., Martínez, E., Hio, J., Arrieta, J., & Pérez, O. (2012). *Ola invernal. Tecnología para recuperar el sector agropecuario. Problemática y recomendaciones sobre los problemas fitosanitarios asociados con la ola invernal en cultivos de hortalizas en la sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Pacheco, T. (2012). *Respuesta de la calabacita (Cucurbita pepo L.) a la aplicación de fertilizantes granulados y organominerales* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5361/T19276%20PACHECO%20ANTONIO%2C%20TOKYCHE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- Paredes, A. (2009). *Manual del cultivo de tomate en invernadero*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Parrado, C., & Ubaque, H. (2004). *Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Parsons, D. (1982). *Cucurbitáceas. Manuales para la educación agropecuaria*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Parsons, D., Mondoñedo, J. R., Kirchner, F., & Medina, J. (1989). *Cucurbitáceas. Manuales para la educación agropecuaria* (2ª ed.). Ciudad de México, México: Trillas.
- Peláez, J., Calero de la Pava, C., & Jaramillo, J. (1984). Respuesta del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) a fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica. *Acta Agronómica*, 34(3), 86-95.
- Perkins. (2009). *Información técnica de insumos biológicos. Parasitoides y depredadores, insecticidas botánicos, biofertilizantes*. Palmira, Colombia: Perkins.
- Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (Pectia). (2016). *Cadena agroalimentaria de las hortalizas*. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1390/109447_67493.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- PLM. (2012). *Diccionario de especialidades agroquímicas*. Bogotá, Colombia: PLM.
- PLM. (2016). *Diccionario de especialidades agroquímicas*. Bogotá, Colombia: PLM.

- Posada, F. (1992). Ciclo de vida, consumo foliar y daño en frutos del melón por *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 18(1), 26-31.
- Reche, J. (1996). *Poda de hortalizas en invernadero (calabacín, melón, pepino y sandía)* (Hojas divulgadoras N.º 1-2/95). Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_01-02.pdf.
- Reche, J. (1997). *Cultivo del calabacín en invernadero*. Almería, España: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.
- Reche, J. (2000). *Cultivo intensivo del calabacín* (Hojas divulgadoras N.º 2105 HD). Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2105.pdf.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2013). *Agromapas* [Bases de datos]. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co>.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2015). *Evaluaciones agropecuarias municipales (EVA) del año 2015*. En Agronet (Ed.). Producción Nacional por Departamento [Bases de datos]. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/Paginas/ProduccionNacionalDpto.aspx>.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2017). *Estadísticas agrícolas. Calabacín* [Bases de datos]. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Rendón, F., Cardona, C., & Bueno, J. M. (2001). Pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 39-43.
- Rodríguez, I., & Cardona, C. (2001). Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 21-26.
- Román, E. (s. f.). *Mosca blanca*. Ibagué, Colombia: Fondo de Fomento Algodonero (FFA).

- Rodríguez, R. (1994). Problemática del complejo mosca blanca-virus del mosaico dorado en frijol, *Phaseolus vulgaris* L. en Centroamérica. En: M. Mata, E. Dardón y V. Salguero (Eds.), *Biología y Manejo del Complejo Mosca Blanca - Virosis*. Memorias del III Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. Antigua, Guatemala.
- Rodríguez, A., M. Hiller y E. Williams. (1996). Umbrales de acción para la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en tomate. *Revista Colombiana de Entomología* 22(1).
- Romero, C. (2016). *Enfermedades del zapallo* (Cucurbita maxima). Oxapampa, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/326712040/Informe-de-Fitopato>.
- Romero, M. (2016). *Tratamientos poscosecha para el control de los daños por frío en frutos climatéricos y no climatéricos* (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Rosales, R. (2007). *Caracterización del proceso de abscisión floral en Cucurbita pepo. Inducción mediada por etileno* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. Recuperado de <https://hera.ugr.es/tesisugr/16827314.pdf>.
- Sáez, V. (2007). *Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de calabacín* (Cucurbita pepo). *Efecto del tratamiento térmico sobre la textura y concentración de ácido ascórbico* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Salas, J. (2001) Insectos plaga del tomate. Manejo integrado. Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. 102 p. (Serie B - N.º. 1). 104 p.
- Salas, J., & Parra, A. (1994). Biología del pasador de la hoja del tomate *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 20(4), 267-270.
- Sanabria, A. (1994). Insectos minadores (Diptera: Agromyzidae) de la Sabana de Bogotá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 20(2), 61-100.
- Sánchez, G. D., & Moreno, M. (2004). *Manejo integrado de plagas de crucíferas y lechuga en la Sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Corpoica.

- Sánchez, G. D., Pinzón, H., Hío, J. C., Herrera, C.A., Martínez, E. P., Quevedo, D. H., ... & Ortiz, L. S. (2012). *Manual de la cebolla de rama*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Sánchez, M. Á., Villanueva, C., Sánchez, C., Sahagún, J., & Villanueva, E. (2014). Respuesta a la selección participativa en variedades de calabaza de la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 20(1), 41-56.
- Sánchez-Díaz, M., & Aguirreolea, J. (2008). Transpiración y control estomático. En J. Azcón-Bieto & M. Talón (Eds.). *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 41-56). Barcelona, España: McGraw Hill.
- Savín, V. M. (2013). *Densidad de siembra en el cultivo de calabacita* (Cucurbita pepo) con y sin acolchado, en el Valle de la Paz, B. C. S. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.
- Sedano, G., González, V., Engleman, E., & Villanueva, C. (2005). Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 11(2), 291-297.
- Semillas Arroyave. (2017). *Calabacín Brillante híbrido* (Ficha técnica). Recuperado de <http://www.semillasarroyave.com/wp-content/uploads/2017/07/Calabac%C3%ADn-Brillante-fichas-t%C3%A9cnica-y-fotos-en-campo.pdf>.
- Semillas Arroyave. (2016). *Gold rush Calacacín híbrido* (Ficha técnica). Recuperado de <https://docplayer.es/28466387-Contenido-catalogo-de-productos-hortalizas-y-frutas-ahuyama-2-arveja-3-berenjena-5-brocoli-6-calabacin-7-cebolla.html>.
- Semillas Arroyave. (2010). *Híbrido President* (Ficha técnica). Recuperado de <http://www.semillasarroyave.com/wp-content/uploads/2014/11/FICHA-TECNICA-CALABACIN-PRESIDENT-ICA-29-06-10.pdf>.
- Serrano, M., Martínez, M. C., Martínez, G., Riquelme, F., Pretel, M. T., & Romojaro, F. (1996). Review: Role of polyamines in chilling injury of fruit and vegetables. *Food Science and Technology International*, 2(4), 195-199.
- Serrano, M., Pretel, M. T., Martínez, C., Riquelme, F., & Romojaro, F. (1996). *Conservación de calabacín en frío. Alteraciones fisiológicas*. IV Congreso Nacional y I Ibérico sobre Maduración y Posrecolección de Frutos y Hortalizas, Valencia, España.

- Sociedad Española de Nutrición (SEN). (2013). *Tablas nacionales de composición de alimentos*. Madrid, España: SEN. Recuperado de http://www.sennutricion.org/es/publicaciones/tablas-nacionales-de-composicin/1_
- Stachetti, G. (2015). *Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa*. Jaguariúna, Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
- Syngenta. 2012. Catálogo calabacín 2012. Almería, España: <https://docplayer.es/21164266-Catalogo-calabacin-2012-www-yngenta-es.html>.
- Tanada, Y., & Kaya, H. K. (1993). *Insect Pathology*. San Diego, EE. UU.: Academic Press.
- Toca, J. R. (1998). *Evaluación del ciclo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de calabacín (Cucurbita pepo L.) y determinación del efecto de aplicaciones de nitrato de calcio sobre la calidad de los frutos* (Tesis de pregrado). Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá, Colombia.
- Toro, J. (2010). *Proyecto Plan estratégico para un pacto social por el desarrollo del Oriente antioqueño*. Medellín, Colombia: Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA).
- Trochez, A., & Jaramillo, J. (1983). Plagas de las cucurbitáceas y su control. En *Hortalizas* (Manual de asistencia técnica N.º 28, pp. 435-447). Bogotá, Colombia: ICA.
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Metodología para la evaluación de impactos ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Vélez, R. (1997). *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Villamizar, C. (2001). Sistemas de empaque y embalaje de productos hortícolas (mora) para el comercio nacional e internacional. En *Memorias de Capacitación en gestión comercial y de calidad a asociaciones de productores de frutas del departamento del Huila*. Neiva, Colombia: Corporación Colombia Internacional - Gobernación del Huila.

- Wang, C. Y., & Buta, J. G. (1994). Methyl jasmonate reduces chilling injury in *Cucurbita pepo* through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. *Environmental and Experimental Botany*, 34(4), 427-432.
- Wang, C. Y., & Buta, J. G. (1999). Methyl jasmonate improves quality of stored zucchini squash. *Journal of Food Quality*, 22(6), 663-670.
- Wang, C. Y., Kramer, G. F., Whitaker, B. D., & Lusby, W. R. (1992). Temperature preconditioning increases tolerance to chilling injury and alters lipid composition in zucchini squash. *Journal of Plant Physiology*, 140(2), 229-235.
- Wills, R., McGlason, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. Sidney, Australia: UNSW Press.
- Wyckhuys, K., Fuentes, L. S., Niño, N. E., Espinosa, L., De Vis, R., & Escobar, H. (2009). Manejo integrado de plagas y enfermedades. En H. Escobar & R. Lee (Eds.). *Manual de producción de tomate bajo invernadero* (pp. 85-117). Bogotá, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Yepes R, F. (2001). Contribución al manejo integrado del gusano del pepino, *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidodtera: Pyralidae). En: Hortalizas: plagas y enfermedades. (pp. 48-52). Corpoica.
- Zeidan, O. (2005). *Tomato production under protected conditions*. Jerusalén, Israel: Ministry of Agriculture and Rural Development.
- Zitter, T. A., Hopkins, D. L., & Thomas, C. E. (1996). *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, EE. UU.: American Phytopathological Society.

