



Capítulo 1:

Morfología y Fisiología

Autor:

Vilma Villagrán Díaz
Ing. Agrónomo
Agrícola Llahuen

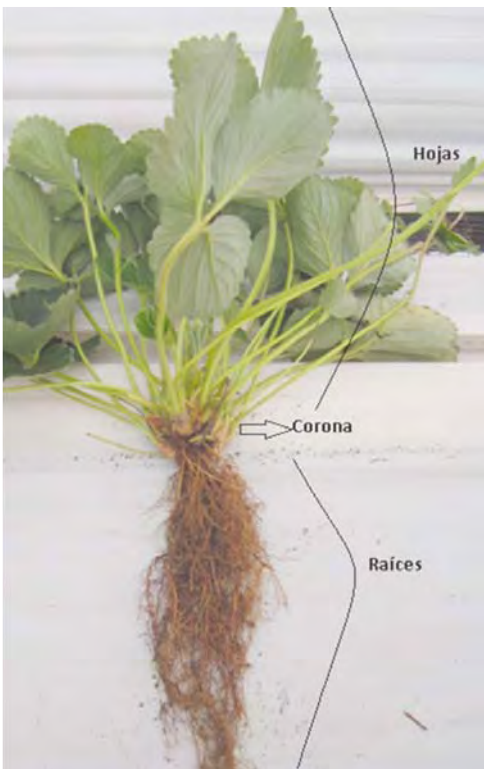


MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

I) MORFOLOGÍA

La frutilla (*Fragaria x ananassa*) es una planta herbácea, de vida corta, que puede durar hasta dos años en producción económica, en lugares en que las condiciones ambientales lo permitan.

Produce hojas, coronas, estolones, flores y raíces, de acuerdo a patrones determinados genéticamente y por factores ambientales que puede modificar considerablemente la expresión de su desarrollo.



FOTOGRAFIA 1: PLANTA ADULTA

- **Corona:** Aunque la Frutilla parece ser una planta herbácea perenne acaulescente (sin tallo), no lo es, ya que tiene un tallo representado por la “corona” de unos 2 a 3 cm. de largo, que se vuelve leñoso con el tiempo y que está cubierto exteriormente por estípulas. Desde la corona se desarrollan las hojas, flores, estolones y raíces (FOTOGRAFIA 1).

En la base de las hojas, en su unión con la corona, se encuentran las yemas o meristemas axilares, que responden a las condiciones ambientales y al nivel nutricional de la planta para determinar el desarrollo posterior de ella, que puede ser vegetativo y/o reproductivo.

La corona está rodeada de un tejido lleno de vasos, que la recorren en espiral en ambas direcciones, existiendo una conexión entre ellos y las hojas. Internamente, la corona está compuesta por una médula central, que es un cilindro vascular con vestigios de pecíolos foliares, yemas, raíces y pedúnculos florales, formada por grandes células, fácilmente dañadas por heladas, destruyéndose de este modo el tejido conductivo, con lo que la planta puede morir.



A medida que la corona envejece, generalmente después de la primera estación de crecimiento, se produce una lignificación de ciertos elementos vasculares y un crecimiento de coronas laterales. Las raíces funcionales, hojas y otros órganos, se originan sobre la posición leñosa de la corona, haciendo que esta parezca un árbol de hoja caduca con sus mismas respuestas esenciales al medio ambiente. Por esta razón a veces se piensa que la planta de frutilla es más bien una planta leñosa de vida corta.

En una plantación es esencial el que cada planta desarrolle un buen número de coronas laterales, lo que se consigue con una buena fertilización, riego adecuado y corta de todos los estolones que aparezcan.

- **Hojas:** Son trifoliadas, consistentes en 3 hojuelas (FOTOGRAFIA 2), cada una con su propio pecíolo, unidas a un pecíolo principal, el que en su base tiene estípulas que lo envuelven, protegiendo las yemas con los puntos de crecimiento y que darían origen según las condiciones del medio ambiente a flores, coronas, hojas o estolones.

Las hojas se ubican en 2/5 de espiral, sobre la corona, por lo tanto cada 6, hay una sobre la primera, lo que permite un gran aprovechamiento de la luminosidad solar. Varían en su intervalo de emergencia, entre 8 y 12 días, lo que depende de la temperatura ambiente, produciéndose el mayor desarrollo con 24°C.



FOTOGRAFIA 2: HOJA ADULTA

Estas hojas individuales viven entre 1 y 3 meses. Tienen mayor densidad estomática en las hojas que otras especies, por lo que la planta se ve muy afectada si es sometida a un stress hídrico, lo que constituye el principal problema que experimentan los frutillares. Una planta con 10 hojas, en pleno verano, puede transpirar hasta 500 cc de agua durante un día.



La parte inferior de las hojas es a menudo más pálida, con venas prominentes. Toda la superficie de la hoja y del pecíolo, tiene vellosidades características de cada clon.

El número de hojas y área foliar que hay en otoño en un frutillar, se puede correlacionar con la producción de fruta de la próxima primavera.

• **Raíces:** El sistema radicular de la frutilla (FOTOGRAFIA 3), puede llegar a profundizar hasta 2 metros y ser muy ramificado, se compone de:

- a) **Raíces estructurales perennes o de soporte**, originadas en la corona de color café más oscuro
- b) **Raicillas laterales o alimenticias**, que forman la masa radicular.



Raíces estructurales. La distribución de las raíces alrededor de la planta, también es en espiral ya que se desarrollan en la base de cada hoja, en número de 6 por cada una, 3 por cada lado. Estas raíces conducen el agua y los nutrientes hacia arriba, y los alimentos elaborados y los que se acumulan en la corona en forma de hidratos de carbono, hacia abajo. El crecimiento primaveral y la floración inicial dependen en gran medida de estas reservas acumuladas.

FOTOGRAFÍA 3: DESARROLLO RADICULAR

Las raíces alimenticias están compuestas sólo de tejidos primarios, con una vida corta, de algunos días o máximo semanas, y son las responsables de la absorción de agua y nutrientes.

El crecimiento radicular se desarrolla principalmente durante el período de latencia vegetativa y no durante la fructificación. Muestran un ciclo estacional (CUADRO 1) en otoño e invierno nacen nuevas raíces desde la corona, mientras que en primavera el crecimiento está limitado a la formación y desarrollo de las raíces ya existentes. Las raíces son de color blanco cuando jóvenes, después toman color más oscuro, a medida que se van acumulando las reservas.

CUADRO 1: CICLO DE DESARROLLO DE LAS RAÍCES

ESTACIÓN DEL AÑO	CRECIMIENTO
Otoño	Con más 12° C en el suelo, nacen nuevas raíces desde la corona.
Invierno	Acumulación de reservas.
Primavera	Crecimiento y desarrollo, traslado de las reservas a las hojas.
Verano	Muerte de raicillas, subsistiendo sólo las más gruesas.

El crecimiento de las raíces está muy relacionado con las temperaturas del suelo, por eso es de gran importancia el mulch o cobertura de platabandas. La emisión de raíces se inicia con temperaturas mayores a 12°C en el suelo, lo que ocurre en otoño con fotoperíodos corto (menos de 12 horas de luz en el día).

Si las últimas cosechas de la temporada han sido fuertes y la nutrición no se ha hecho en forma permanente, las reservas almacenadas se agotan, produciendo una inhibición en la regeneración radicular en el período de latencia, lo que afecta en forma importante la producción del segundo año.

El tamaño del sistema radicular dependerá del vigor del clon y de las condiciones de crecimiento de la planta, como la estructura del suelo, el nivel de humedad o falta de oxígeno del mismo, pudiendo afectarlo seriamente.

El sistema radicular de la frutilla, sólo se establece bien a los 2 a 3 meses después de plantada. Es crítico mantener la aireación de los suelos para permitir la expansión radicular, de esta manera hay buen drenaje y también retención de humedad.

Cuando una planta produce un gran número de hojas o estolones, las raíces de éstas generalmente son delgadas.

El cilindro vascular de la raíz se usa a menudo como indicador de salud, si está sano se verá blanco - marfil, con buena flexibilidad.

Muchos estudios han demostrado que aunque las raíces de la frutilla, pueden penetrar en el suelo hasta 2 metros, el 80-90% se concentra en los primeros 30 cm del suelo.

La penetración radicular está muy relacionada con el tipo de suelo, su porosidad, y la preparación del mismo.

Las nuevas raíces se originan más bien en la parte superior de la corona, sobre las más antiguas. Este sistema de crecimiento, indica que una labor necesaria en una plantación de frutilla, especialmente si se deja para un segundo año, es aporcar la planta, especialmente a fines de verano, para evitar la deshidratación de estas raíces nuevas. Las raicillas más finas se van renovando (más o menos 2 veces en el año).

Una planta en latencia, cuando es cosechada desde el vivero, muestra el sistema radicular primario y sólo pocas raíces laterales.

Al momento de la plantación, la mitad de la corona y las raíces deben quedar cubiertas de tierra, ya que en esta forma y con humedad, habrá mayor crecimiento radicular y por lo tanto buena alimentación.

Los días cortos de otoño, promueven la formación de raíces cuando no hay gran demanda de agua por parte de las hojas, ni de alimentos por flores y frutos, siendo de gran importancia la aporca de 3 a 4 cm de tierra a fines de la cosecha, lo que mejorará el enraizamiento cerca de la base de la corona. A fines de otoño, empieza la acumulación de reservas en forma de almidón en la corona y las raíces. Con 5°C de temperatura en el suelo, las raíces entran en reposo.

A fines de invierno, cuando la planta necesita reconstruir el aparato foliar, moviliza las sustancias de reservas acumuladas en las raíces durante el otoño anterior, por lo que es de gran importancia en ese momento la disponibilidad hídrica, y de elementos nutritivos (Nitrógeno para formación de proteínas) de que disponga la planta. Este desarrollo radicular se ve limitado con la floración y fructificación en primavera y verano.



FOTOGRAFIA 4: FLOR

- **Flores:** Las flores van agrupadas en inflorescencias que son tallos modificados en las que una bráctea en cada nudo sustituye a la hoja, mientras que la yema axilar de ésta se desarrolla en una rama secundaria o eje de la inflorescencia.

Una inflorescencia típica tiene un eje primario, cuatro terciarios y ocho cuaternarios. Cada eje lleva en su extremo una flor (FOTOGRAFIA 4). El largo de las inflorescencias depende del largo del día y de su genética.

Aquellas variedades con inflorescencias largas permiten una cosecha más fácil, pero por otro lado aquellas con inflorescencias cortas ofrecen una mayor protección contra las heladas.

Las flores son de pétalos blancos, en número de cinco a seis, con 20 a 35 estambres y un número variable de pistilos. En general en los híbridos comerciales las flores son perfectas, con ambos sexos presentes (hermafroditas). A medida que van apareciendo las flores son más pequeñas y con menos pistilos, el resultado son frutos de menor tamaño, de aquí que se dice que el tamaño del fruto depende del número de pistilos sobre el receptáculo. Una flor inicial puede tener 500 pistilos y una final sólo 50.

El eje floral de esta planta, está engrosado en su base formando el receptáculo, que es convexo, hipertrofiado y carnoso, constituyendo la parte comestible. Sobre este receptáculo hay cierto número de pistilos, con los ovarios insertos en él. Por fuera va un doble anillo de estambres. La corola con sus pétalos ofrecen la protección a la parte sexual de la planta cuando están cerrados, y cuando están abiertos atraen a los insectos con su color y néctar dulce. El cáliz, con dos anillos de sépalos, van por fuera y cumplen la función de proteger a la flor cuando está en estado de yema y posteriormente a los frutos, en estados tempranos de su desarrollo.

El polen es viable por 48 horas y la mejor polinización se produce cuando la humedad relativa bordea el 80 % y la temperatura es de aproximadamente 15 °C. Cuando el polen sobre cada estigma germina, el núcleo dentro del grano de polen cae al estilo y fertiliza ciertas células en el óvulo dentro de cada ovario, para formar el embrión. Esta fertilización inicia el crecimiento del embrión dentro de una semilla dura, formando un fruto indehiscente llamado aquenio, que es el verdadero fruto de la frutilla y que es lo que denominamos "pepitas o semillas".

El polen es movido por el viento y los insectos polinizadores. Es por esto que se recomienda colocar 4 colmenas de abejas por hectárea, siendo de especial importancia en cultivos bajo invernaderos, dónde las deficiencias de polinización son frecuentes, observándose numerosos frutos deformados.

Plantas de una misma variedad producen diferentes cantidades de polen, en diferentes zonas, e incluso de un año para otro, lo que es debido a condiciones ambientales.



FOTOGRAFIA 5: FRUTO

- **Fruto:** El desarrollo de los aquenios permite el abultamiento de la porción del receptáculo alrededor de él. Este receptáculo es cónico, hipertrofiado, carnoso, rojo o amarillento y constituye la parte comestible (FOTOGRAFIA 5). Los aquenios pueden ir hundidos o sobresalientes en el receptáculo, y esto depende de la variedad.

Cuando ocurren problemas en la fecundación de las flores, se producen frutos deformes, que son los que presentan hendiduras y mal formación, que no permite la madurez completa; problema muy común al inicio de la primavera, por baja temperatura en el periodo de cuaja.

Fasciación es otra deformación ocurrida también en la fecundación, pero por causas fisiológicas.

En general, en todas las variedades, los primeros frutos resultan más grandes y con mayor porcentaje de deformación.

Hay ciertas condiciones que causan deficiente polinización:

- Ausencia o insuficiencia de agentes polinizantes (vientos o insectos), como también temperaturas menores a 12° C, y mayores a 30° C, o heladas de 0° C que queman los estambres.
- Esterilidad femenina, parcial, genética o accidental, que a veces ocurre en las últimas flores de una inflorescencia.
- Insuficiencia de polen o falta de polen viable, que puede ser debida a una alteración en los estambres ya sea varietal en las primeras flores, por problemas sanitarios (Oidium, Botrytis)
- Daños de insectos.
- La integridad de la polinización y la fecundación, como hemos visto, depende de varios factores ya mencionados, a los que hay que sumarles los niveles de hormonas en la planta, más el abastecimiento de agua y nutrientes.



El fruto, es clasificado como no climatérico, es decir no mejora su palatabilidad después de la cosecha, el azúcar no aumenta y la acidez se mantiene constante, sólo aumenta el color y disminuye la firmeza.

Desde la polinización a fruto maduro, pueden transcurrir entre 20 a 30 días, dependiendo de la variedad, temperatura ambiental y viabilidad del polen.

Un fruto puede pesar entre 20 y 50 gramos, con sólidos solubles que van entre 7° y 13° Brix, según la variedad y condiciones de temperatura.



FOTOGRAFIA 6: ESTOLONES

- **Estolón:** Es un tallo rastrero que crece horizontalmente desde la corona (FOTOGRAFIA 6). A partir del segundo nudo de cada estolón se forma una nueva plantita que emite raíces que la afirman y alimentan. Esta planta a su vez produce nuevos estolones.

El primer estolón, generalmente da origen a una planta de mayor desarrollo vegetativo y por supuesto de mayor producción de fruta.

En una plantación para fruta se deben eliminar los estolones, lo que permite aumentar la superficie foliar, mejorando de este modo la fotosíntesis, y evitando un desgaste inútil de energía en la planta.

La producción de estolones comienza, en la mayoría de las variedades, cuando el largo del día es de más de 12 horas y las temperaturas sean de 22 a 24°C.

II) FISIOLOGÍA

Puede cultivarse en una amplia variedad de climas, pero sus mejores rendimientos se obtienen en zonas templadas, sin vientos ni heladas en primavera, sin lluvias ni elevadas temperaturas en épocas de cosecha, (septiembre a marzo).

En lugares de inviernos templados (Costa), la planta puede desarrollarse bien y producir temprano, logrando mejores precios.

El grado de desarrollo vegetativo y la floración de estas plantas, depende de:

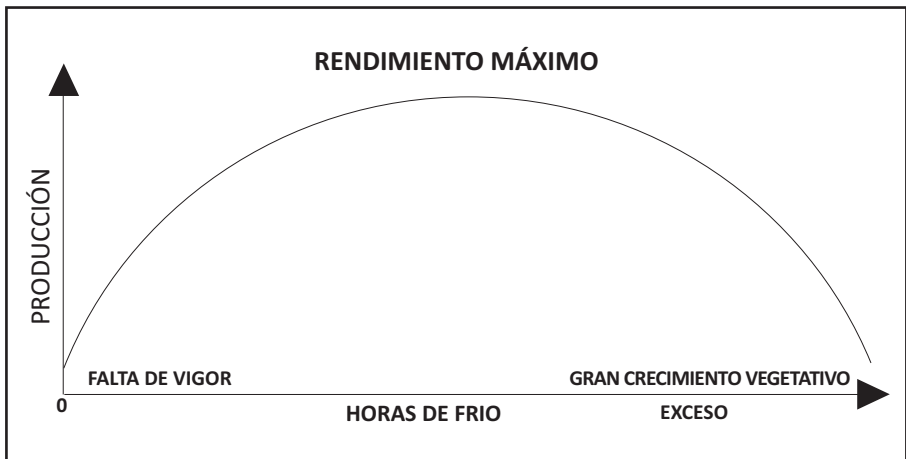
- El frío recibido antes de su plantación.
- El fotoperíodo (horas de luz durante el día)
- Temperaturas durante el desarrollo.

Es así como la adaptación de una variedad a un área determinada, dependerá de su comportamiento, bajo las condiciones imperantes en ella. En el caso de la temperatura, el frío recibido antes de plantación condicionará su desarrollo, por ejemplo:

Frío Suficiente	"Planta Equilibrada", buen desarrollo y fructificación
Frío Insuficiente	Bajo desarrollo y fructificación
Nada Frío	Poco vigor y baja producción
Excesivo Frío	Gran crecimiento vegetativo

Esto incidirá posteriormente en la producción, determinando el rendimiento a alcanzar (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1: REACCIÓN DE LAS PLANTAS CON DIFERENTE CANTIDAD DE HORAS DE FRÍO ANTES DE PLANTAR



Las bajas temperaturas de otoño, junto a fotoperíodos cortos (menores de 12 horas luz) inducen a la formación de yemas florales, desarrollo de corona y reducción de tamaño de las hojas.

Una plantita nueva, producida y crecida en una zona en que ha obtenido su latencia en el campo, crecerá vigorosamente en forma inmediata, si se le traslada a un área templada.

En lugares de clima benigno, la planta puede crecer y producir fruta durante casi todo el año, pero llega un momento en que necesita frío para acumular reservas, o no puede seguir produciendo. El almacenamiento de almidón en la corona se produce con temperaturas por debajo de 7°C.

En resumen, un normal requerimiento de frío, producirá un rápido crecimiento foliar, normal diferenciación de yemas florales y escasa emisión de estolones, es decir una planta muy equilibrada con un gran potencial de producción.

Las plantas entran en receso o latencia, con temperaturas entre 0° y 7°C. Se puede definir la latencia, como el proceso de adaptación de estas plantas a bajas temperaturas. En este período se produce una acumulación de reservas, en forma de hidratos de carbono, en la corona y las raíces principales.

El número de horas de frío necesarias para lograr desarrollo y buenos rendimientos, son diferentes para cada variedad. En general, los requerimientos van de 380 a 700 horas acumuladas de temperaturas entre 0° y 7°C, temprano en otoño.

La latencia de la planta, que ocurre desde fines de otoño e invierno, se caracteriza por el pequeño tamaño de las hojas, que toman un color rojizo-violáceo. Para romper la latencia en la mayoría de los casos, se debe agregar algunas horas de frío en cámaras frigoríficas (entre 2 y 5°C) por unos días antes de la plantación, y esto debe sumarse a las obtenidas antes en el vivero. A mayor cantidad de frío, mayor cantidad de yemas vegetativas.

● FOTOPERIODO

Se refiere a la cantidad de horas luz que tiene un día, también denominado "largo del día", y como se ha visto es otro factor de influencia en la formación de yemas florales, crecimiento vegetativo, desarrollo de estolones, tamaño de hojas y longitud de su pecíolo, así como de la cantidad y calidad de frutos.

Días largos: con más de 12 horas, favorecen el crecimiento de yemas asexuales o vegetativas, es decir el desarrollo de hojas y estolones. Los estolones empiezan a emitirse con 12 a 14 horas de luz, y disminuyen con menos de 10 horas.



La superficie foliar y el largo del pecíolo, aumentan con el largo del día, siendo más grandes a fines de primavera, disminuyendo su tamaño fuertemente al inicio del otoño.

Días cortos: entre 8 y 11 horas, favorecen el crecimiento de yemas sexuales o sea fructíferas.

Se puede lograr cosechas muy largas, con temperaturas medias frías y fotoperíodos cortos (neblinas matinales, por ejemplo simulan días más cortos).

En las variedades de día corto, la respuesta al fotoperíodo es modificada por la temperatura ambiental, es decir a medida que disminuye la temperatura se necesita mayor periodo de luz diario, produciéndose la máxima floración con:

HORAS DE LUZ	TEMPERATURA (°C)
8	20
16	6

En cambio las variedades de día neutro, no responden al fotoperíodo, es decir solo requieren de condiciones de temperaturas adecuadas para inducir floración.

• **Condiciones ambientales de crecimiento:**

TEMPERATURA IDEAL (°C)	
Diurna	18 a 25
Nocturnas	8 a 13

Temperaturas superiores a 32°C pueden producir abortos florales y en general disminuye la floración. Temperaturas menores a 20°C durante el crecimiento, estimulan la floración.

Las raíces se desarrollan mejor con temperaturas mayores de 12°C en el suelo. Es conveniente tener en cuenta que la temperatura del suelo es consecuencia de dos propiedades: conductibilidad y capacidad térmica, ambas controladas por la humedad del suelo o bien con la temperatura que produce una cubierta o "mulch".

CUADRO 2: TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO

Temperaturas ambientales bajas (< de 18° C)	• →	Fructificación
Temperaturas ambientales altas (+/- de 22° a 26° C)	• →	Crecimiento vegetativo



El Cuadro 3 muestra la respuesta de la planta a diferentes condiciones de temperatura ambiental. En tanto que en el Cuadro 4 se observan los diferentes estados de la planta al encontrarse bajo las condiciones determinadas por las estaciones del año .

CUADRO 3: RESPUESTA DE LA PLANTA A LAS DIFERENTES ESTACIONES

	CONDICIONES CLIMÁTICAS	ESTADO DE LA PLANTA
INVIERNO	Fotoperíodo corto. T° bajas	Latencia.
PRIMAVERA	Fotoperíodo algo más largo. T° medias	Desarrollo vegetativo y radicular, con crecimiento de yemas florales y fructificación
VERANO	Fotoperíodos largos mayores de 12 horas T° más altas (24°-26°C)	Disminución de la floración gran emisión de estolones
OTOÑO	Fotoperíodo y T° en disminución	Fin de la emisión de estolones crecimiento radicular, diferenciación floral. Inicio de latencia.

Cambios en el clima en otoño en que las temperaturas han permanecido altas hasta abril e incluso mayo, pueden limitar el desarrollo y tamaño de las yemas florales, efecto que se notará en la producción de frutos de menor tamaño en la primavera siguiente .

En primavera temperaturas a nivel de suelo inferiores a los 12°C, inhiben la aparición de raíces absorbentes.

Los vientos fuertes reducen el vigor, producen un roce fuerte en las hojas y dañan la cuaja de los frutos.