

FENOLOGÍA DE TRES ACCESIONES DE "QUINUA SILVESTRE" *Chenopodium sp.* AYACUCHO - 2019

Saturnino M. Tenorio Bautista, Marta Romero Viacava

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Biológicas

Programa de Investigación: Biodiversidad y Gestión Ambiental-Línea de Investigación: Biodiversidad

E-mail: marte1901@hotmail.com

RESUMEN

La quinua en el Perú se encuentra en estado silvestre y cultivado, desde el nivel del mar hasta más de 4000 msnm, en el mismo lugar se encuentran tanto la cultivada como la silvestre, que cuenta con diferentes características que diferencian una accesión de otras, a través de diferentes tonalidades de color de tallos y hojas, forma de hojas, forma de los tallos, color y forma de la inflorescencia. En el trabajo ejecutado durante el año de 2019 se trabajó con tres accesiones de quinua silvestre que crece y se desarrolla en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos objetivos fueron: Evaluar los comportamientos fenológicos, determinar las características fenológicas y morfológicas y promover su cultivo con el fin de obtener semillas en calidad y cantidad suficientes para continuar con las investigaciones de "quinua silvestre" *Chenopodium sp.*, el experimento se realizó en el terrenos experimentales de la facultad de Ciencias Biológicas, evaluándose las fases fenológicas como: germinación, desarrollo vegetativo, ramificación, desarrollo del botón floral, desarrollo de la inflorescencia, floración, antesis, crecimiento y estado acuoso, fruto en estado lechoso y fruto en estado de masa. La fenología desde la siembra hasta la madurez fisiológica de 95 días para la accesión 1 y 120 días después de la siembra para las accesiones 2 y 3.

Palabras clave: fenología de quinua silvestre

PHENOLOGY OF THREE ACCESSIONS OF "WILD QUINOA" *Chenopodium sp.* AYACUCHO - 2019

ABSTRACT

Quinoa in Peru is found in the wild and cultivated, from sea level to more than 4000 masl, in the same place are both cultivated and wild, which has different characteristics that differentiate one accession from others, to through different shades of color of stems and leaves, shape of leaves, shape of stems, color and shape of the inflorescence. In the work carried out during the year of 2019, we worked with three accessions of wild quinoa that grows and develops in the University City of the National University of San Cristóbal de Huamanga, whose objectives were: To evaluate the phenological behaviors, determine the phenological characteristics and morphological and promote its cultivation in order to obtain seeds in sufficient quality and quantity to continue with the research of "wild quinoa" *Chenopodium sp.*, the experiment was carried out in the experimental grounds of the Faculty of Biological Sciences, evaluating the phenological phases as : germination, vegetative development, branching, flower bud development, inflorescence development, flowering, anthesis, growth and watery state, fruit in milky state and fruit in mass state. Phenology from planting to physiological maturity of 95 days for accession 1 and 120 days after planting for accessions 2 and 3.

Keywords: wild quinoa phenology

INTRODUCCIÓN

La quinua en el Perú se encuentra en estado silvestre y cultivado, en miles de años nuestros antepasados han ido domesticando, se encuentra desde el nivel del mar hasta más de 4000 msnm., que a medida que avanza la altitud se observa la presencia de la cultivada y alrededor de los campos de cultivo, eriazos, huertas, campos de cultivo abandonados, etc., se encuentra la silvestre con diferentes tonalidades de color de tallos y hojas, forma de hojas, forma de los tallos, color y forma de la inflorescencia. Ayacucho se encuentra en la zona andina donde existe una gran diversidad de recursos vegetales, donde predomina variedades de quinua silvestre que germina, crece y desarrolla en diferentes lugares en época de lluvia, cuyas semillas se mantienen en el ambiente hasta el regreso de la siguiente época de lluvia. Es necesario conocer la biología, anatomía y el desarrollo fenológico en la etapa vegetativa de las diferentes variedades de quinua silvestre y la producción de semillas que serán cosechados para investigar posteriormente la composición química y bromatológica.

En la ciudad de Huamanga, en los distritos metropolitanos y alrededores si encuentra gran variedad de quinua que se encuentra en estado no cultivado que son los antecesores de la quinua cultivada, entonces es necesario conocer la fenología de los ecotipos silvestres. La fenología estudia los cambios externos visibles de las plantas durante su desarrollo vegetativo y reproductivo. Estos cambios se deben a factores ambientales como así también de mecanismos internos de regulación, por lo que la interacción de ambos, se estudia mediante la observación directa de las distintas fases fenológicas del cultivo y su medio ambiente físico. El seguimiento es muy importante para investigadores y agricultores ya que servirá para efectuar programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques e identificación de épocas críticas; además permite tener una idea sobre posibles rendimientos, mediante pronósticos de cosecha. La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta (Mujica, *et. al.* 1997).

Utilizada como un cereal y cultivada desde el sur de Chile al norte de Colombia, la quínoa fue uno de los principales cultivos y alimentos de las sociedades andinas (Tapia *et al.*, 1979) convirtiéndose en la principal fuente de proteínas en el altiplano por su capacidad de crecer en altura y ambientes extremos, una zona donde la disponibilidad de proteína de origen animal era limitada. De acuerdo a crónicas del período posterior a la conquista, la papa, el maíz y la quinua eran los tres alimentos principales almacenados (Cusack, 1984). Garcilaso de la Vega (1609) menciona que “*El segundo lugar entre los cereales que crecen en la superficie (luego del maíz) es dado a lo que ellos llaman quinua*” (Cusack, 1984). Desplazada luego por cereales introducidos, principalmente trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*), el cultivo de la quinua quedó marginado (Tapia, 1990).

Según Hall (2001), existen cuatro factores importantes que afectan el desarrollo de la quinua: temperatura, fotoperiodo, status hídrico y radiación. De estos, los más relevantes en el control del desarrollo de los cultivos son la temperatura y el fotoperiodo, y su importancia relativa depende de la sensibilidad de las plantas en cada fase. La temperatura es el factor ambiental con mayor impacto en la duración del desarrollo. La producción de granos, es el estado más afectada por las bajas térmicas de -5 y -3 °C (Ramos, 1977).

Debido a la gran variabilidad que presenta la especie, ya que se conocen al menos 3000 ecotipos diferentes, es importante estudiar su crecimiento y desarrollo según el ambiente donde se implanta. Para ello, se hace un monitoreo de la fenología del cultivo para una zona agroclimática determinada. Los estudios fenológicos es describir y correlacionar el momento de ocurrencia de las fases específicas con factores climáticos o con otros eventos fenotípicos. El conocimiento de las diferentes fases fenológicas y su identificación son importantes en el momento de la ejecución de las diferentes prácticas culturales o el control de patógenos. Cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo. Dado que el producto final de un cultivo, no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de los diferentes estados. Es por esto, que este trabajo tiene como finalidad determinar los momentos fenológico sensibles del cultivo a diversas condiciones agroclimáticas locales. Por otro lado, se busca una alternativa de cultivo. El presente trabajo se realiza con los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar los comportamientos fenológicos de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*

Objetivos específicos

- Determinar las características fenológicas y morfológicas de cada accesión de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*
- Promover su cultivo con el fin de obtener semillas en calidad y cantidad suficientes para continuar con las investigaciones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*

MATERIAL Y MÉTODOS

Colección de las semillas

Las semillas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, se colectaron de las plantas que crecen en las áreas verdes y las zonas eriazas en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. En la colección de semillas se tuvo en cuenta las características de cada uno de las accesiones escogidos que fueron previamente cultivados en el año anterior 2018.

Preparación de terreno

Los cultivos de *Chenopodium sp.* “quinua silvestre” se realizó en la Ciudad Universitaria al frontis de los laboratorios de la Escuela Profesional de Biología, cuya área del terreno fue de 80 m², (8 x 10 m), el mismo ha sido delimitado, antes de iniciar con la preparación del terreno se colocó estiércol de ovinos esparciéndose uniformemente para luego realizar la rotura del terreno, con la finalidad, de distribuir los componentes del estiércol

homogéneamente por tres veces consecutivas, después se regó con abundante agua para la descomposición de la materia orgánica.

Establecimiento en campo de accesiones de “quinua silvestre”

Los experimentos de cultivo y caracterización de fenología se llevaron a cabo en parcelas experimentales al frontis de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en la Ciudad Universitaria a 2790 msnm.

Siembra y fertilización

Antes de realizar la siembra a nivel de laboratorio se realizó la prueba de germinación, que se reporta a través de fotografías. Un vez determinada la fecha de siembra se abrió los surcos con una distancia de 5 x 0.5 m., la siembra se realizó en surco corrido Para la fertilización del suelo se utilizó estiércol de ovinos que se colocó en el momento de preparación del suelo, luego de un buen riego se dejó hasta la presencia de las primeras lluvias del año, en el momento de la siembra nuevamente se realizará la rotura del suelo hasta quede expedito el terreno, luego se ejecutó la parcelación del campo con tres repeticiones para cada accesión.

Labores culturales

El manejo se realizó de manera integral, por control manual, mecánico y cultural. El control manual se realizará con zapapico o azadón, deshierbando las calles y aporcando las plantas de acuerdo a su crecimiento y desarrollo. Cuando escaseaba la lluvia realizamos riego utilizando mangueras con la finalidad de que no retarde su crecimiento y desarrollo las plantas en investigación. Raleo o entresaque, se realiza a fin de evitar la competencia por los nutrientes, agua, luz y dar espacio necesario para el desarrollo normal, eliminar las plantas más pequeñas, débiles y dejar 40-50 plantas por metro lineal. El cultivo de quinua es afectado por insectos desde la etapa de emergencia hasta la maduración, por lo que para su control se debe realizar acciones de manejo integrado de plagas, conservando el medio ambiente, la fauna benéfica y así obtener productos ecológicos. Sin embargo, es necesario mencionar las plagas de mayor importancia económica con las que el agricultor se ve siempre perjudicado.

Caracterización de fenología

La descripción y comparación de la fenología de “quinua silvestre” se realizó a través de descriptores. Según FAO et al., (2013).

Cosecha

La cosecha se realizará de acuerdo a la madurez de las accesiones, reportando todas las características de cada accesión, cuyas semillas será guardada para la continuación de otros trabajos de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Figura 1. Semillas colectadas de las tres accesiones de quinua silvestre.

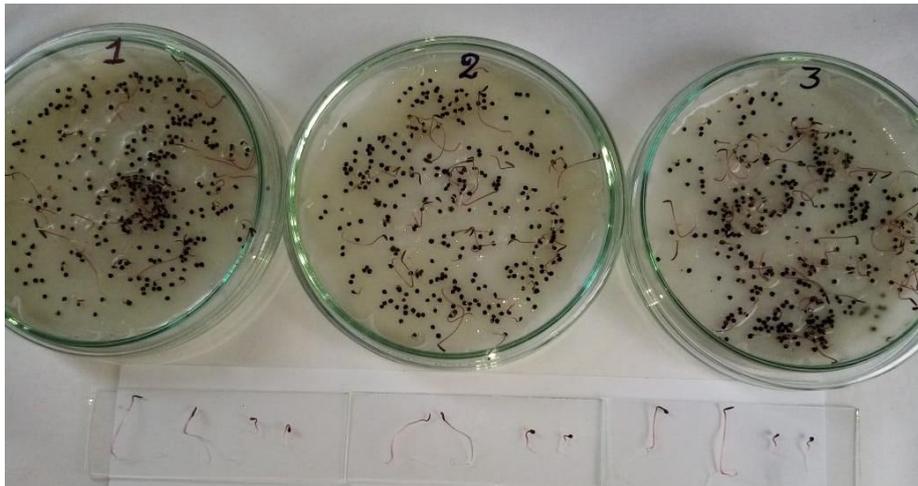


Figura 2. Prueba de germinación de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*



Figura 3. Plantas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, después de 8 días de la siembra.



Figura 4: Plantas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, después 15 días de la siembra con cuatro hojas.



Figura 5. Plantas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, después 22 días de la siembra con cuatro hojas



Figura 6. Plantas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, después 30 días de la siembra con cuatro hojas



Figura 7. Plantas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, después 37 días de la siembra con cuatro hojas.

Tabla 1. Fases fenológicas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*

Fases fenológicas	Promedio en días después de la siembra		
	A1	A2	A3
Germinación	4	4	5
Desarrollo vegetativo	23	25	30
Ramificación	31	40	33
Desarrollo del botón floral	37	46	41
Desarrollo de la inflorescencia	45	61	61
Floración	52	75	75
Antesis	60	83	83
Crecimiento y estado acuoso	70	95	95
Fruto estado lechoso	80	115	115
Fruto estado de masa	95	120	120

Al observar la figura 1, claramente se observa que el color de las semillas de las tres accesiones es negro, pero existe una diferencia la accesión 1 es negro más claro y las accesiones 2 y 3 tienden a un color negro café. Las bibliografías mencionan que las variedades, en caso de las cultivadas, en las silvestres las accesiones presentan gran variabilidad genética en todas las características de la planta como la forma y profundidad de las raíces, color de los tallos, hojas y semillas. Gandarillas (1979), Mujica (2006), Nolasco et al (2013) y Biodiversity International (2013). Conforme se observa en la figura 2, se realizó antes de la siembra varias pruebas de germinación en placas Petri con sustrato humedecido proporcionando humedad con la finalidad de activar hormonas desde el mes de mayo para conocer si las semillas se encuentran listas para su germinación porque generalmente en plantas silvestres deben cumplir periodos de dormancia donde sintetizan hormonas de germinación, la última semana de agosto de 2019 las semillas empezaron germinar en las tres accesiones entre 3 a 5 días después de siembra, determinándose la fecha de la siembra. Azcón y Bieto (2000).

La fenología de las tres accesiones de quinua silvestre (*Chenopodium sp.*), son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy importante para agrónomos y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; asimismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento. SESAN (2013), a medida que pasa el tiempo estas accesiones podrían ser domesticadas, enseguida se describe las fases fenológicas de las accesiones en estudio. Costa (2014).

Germinación

La siembra en la parcelas de experimentación se realizó el día 01 de setiembre de 2019, antes de la siembra el terreno ha sido regado a capacidad de campo, abierto los surcos de 5 x 0.50 m, puestos las semillas en surco corrido fueron enterrados con una capa delgada de suelo (5mm), observándose que las accesiones 1 y 2 germinaron a los 4 días y la accesión 3 a los 5 días después de la siembra, donde el hipocotilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes con dos primeras hojas (figura 3), en las fotografías se observan a los ocho días después de la siembra a esta edad ya iniciaron con el proceso de fotosíntesis. Las bibliografías señalan que las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente entre 5 a 7 días tomando en consideración las condiciones donde se desarrolla el cultivo y la amplia variabilidad genética que se dispone, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0 como es la característica del suelo de la Pampa de Arco, donde se ejecutó la parte experimental del trabajo de investigación, los riegos se realizaron cada 4 días cuando no hubo lluvias y según la humedad que presentaba el suelo después de la presencia de lluvia. Mujica y Canahua (1989) y Sánchez (2015). Risi (1991), IICA (2005) y Mujica (2006) manifiestan que, la germinación de la quinua se inicia a las pocas horas de ser expuesta a la humedad del suelo y la emergencia ocurre normalmente a los 3 días después de la siembra, en caso de que existan buenas condiciones de humedad, temperatura y un alto contenido de materia orgánica.

Desarrollo vegetativo

Se inicia con la aparición, entre las dos hojas cotiledonales, de la primera y segunda hoja verdadera hasta el estado de 10 pares de hojas verdaderas, las yemas axilares de las primeras hojas empiezan a formar las ramas y la planta pierde su simetría en la disposición de las hojas. Al observar la figura 3 se observa las dos hojas cotiledonales a los 8 días de la siembra y en la figura 4, a los 15 días después de la siembra ya se observan plantas con 2 hojas donde se distingue claramente las coloraciones de las hojas y el crecimiento conforme a las accesiones, donde la accesión 3 lleva la delantera en tamaño y distinguirse la coloración de las hojas rojizas al respecto en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura. A los 22 días después de la siembra las plantas en cada uno de los casos llevan 4 hojas sin tener en cuenta las hojas cotiledonales incluso en la accesión 3 ya se puede observar nítidamente la aparición del tercer par de hojas (figura 5), a los 30 días después de la siembra (figura 5) en las tres accesiones ya se observa las 8 hojas, el último par de hojas son muy pequeñas, además se observa que en la accesión 1 entre las hojas cotiledonales y el par primer par de hojas verdaderas empezaron a formarse las ramificaciones, en la accesión 2 las dos hojas cotiledonales se han desprendido y no se nota la formación de ramificaciones, mientras en la accesión 3 permanecen las hojas cotiledonales y a nivel del primer par de hojas verdaderas se observan el inicio de las ramificaciones, según los autores en esta fase es susceptible al daño de aves, debido a la carnosidad de sus hojas, esto ocurre de los 7-10 días después de la siembra. Mullo (2011), manifiesta aún no se distingue la forma de las hojas. La figura 6 nos muestra la formación de las diez hojas la accesión 1, 2 y 3 forman a los 23, 25 y 30 días después de la siembra (tabla 2) habiendo una diferencia entre la accesión 1 y la accesión 3 de siete días. Los autores mencionan que a partir de la segunda o tercera semana después de la siembra empiezan a distinguirse las características morfológicas según las condiciones geográficas, temperatura, radiación solar, clima, preparación del terreno de cultivo, el pH del suelo, altitud, presencia o ausencia de malezas y humedad presente en el suelo. Además se observa que algunas semillas en porcentajes menores aún siguen germinando, lo cual ocurren en la naturaleza puesto que algunas semillas demoran en la síntesis de enzimas y sobre todo de la síntesis de hormonas de crecimiento (germinación) especialmente de las giberelinas y en menor concentración de las citoquininas y las auxinas, que facilitan la germinación en tiempos distintos, todo esto ocurre en las plantas silvestres con la finalidad de mantenerse en su medio ambiente en el tiempo y espacio. Gandarillas (1968), Barriga et al (1994), Hershel (2000), Azcón y Bieto (2000), Tapia (2001) y Costa (2014).

Ramificación

Según la figura 7, la ramificación se inicia con plantas con cinco pares de hojas verdaderas, por lo que se superpone con el desarrollo vegetativo y el desarrollo de botón floral. Las yemas formadas en las axilas de las primeras hojas se activan en forma secuencial; iniciándose con la yema axilar de la primera hoja y así sucesivamente, este periodo ocurre hasta los 31 días en accesión 1, en la accesión 2 ocurre hasta los 40 días y en la accesión 3 hasta los 33 días después de la siembra (tabla 2). Al observar la figura 7, en la accesión 1 la ramificación inicia a partir de la yema de las hojas cotiledonales en ambos lados y avanzando hasta las hojas que van formándose a medida que los días avanzan. En la accesión 2 la ramificación recién está en formación las primeras ramas empezaron a formarse en el segundo par de hojas en los demás pares aún no se forman y las hojas cotiledonales se perdieron. En la accesión 3 la ramificación inició en el primer par de hojas verdaderas poco a poco fueron formándose en el resto de los pares, las hojas cotiledonales se perdieron en su crecimiento y desarrollo. En esta fase se llevó a cabo el raleo o desahije, que consiste en eliminar plantas pequeñas de crecimiento deforme o anormal con la finalidad de dar mayor espacio a las plantas más vigorosas y la eliminación de las malezas previo un riego a capacidad de campo, después se realizó el aporque utilizando zapapicos a todas las parcelas. Acerca de este periodo Mujica y Canahua (1989), Rojas (1998) y SESAN (2013) mencionan que esta fase ocurre desde los 45 hasta 50 días, donde menciona las bajas temperaturas y heladas que afectan a las plantas durante esta fase ocurre el aporque y la fertilización. Al mismo tiempo es necesario indicar que las hojas de las accesiones 2 y 3 en este periodo se llenó de pequeñas partículas pegajosas, cuando tocas las hojas quedan en la mano, y la accesión 1 no contienen estas partículas, al respecto Tapia (1992), Mujica et al (2001) y Mullo (2011) mencionan que se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las

hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos, algunas variedades raramente no presentan en especies silvestres. Toda esta información corrobora nuestros resultados.

Desarrollo del botón floral

Es la fase que continua a la ramificación siendo una etapa rápida donde se distingue el inicio de la formación de los primordios conocidos como botón floral en el ápice de la planta como se observa en la figura 5. En las accesiones 1, 2 y 3 ocurren a los 37, 46 y 41 días después de la siembra respectivamente (tabla 2); en este periodo la accesión 3 acelera en su crecimiento y desarrollo todas las hojas de las accesiones 2 y 3 son rodeados por cristales de oxalato de calcio, mientras la accesión 1 es limpio de estos cristales. Es necesario enfatizar que en esta fase aumentan las hojas y las ramas crecen formando los botones florales. Al respecto Ramos (1977), Mujica y Canahua (1989), Rojas (1998) y Mullo (2011) manifiestan que la inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre a los 55 a 60 días de la siembra. Gómez y Aguilar (2016) describe considerando el tamaño del primordio floral desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal que señala el inicio de la formación de la inflorescencia. Sánchez y Chapoñan (2015) al estudiar cuatro variedades de quinua en la localidad de Cutervo Cajamarca encuentran que esta fase se desarrolla entre 31 a 68 días después de la siembra. Nuestros resultados se encuentran dentro de lo anunciado por el autor.

Desarrollo de la inflorescencia

Este periodo corresponde a la formación y crecimiento de la inflorescencia estructura piramidal o cónica formada por los botones florales donde se observa la formación del eje principal, secundario y terciario y la formación de hojas acompañantes típicas del panojamiento, donde se nota la formación de las flores y las estructuras reproductivas. Todo esto ocurre a los 45, 61 y 61 días después de la siembra en las accesiones 1, 2 y 3 respectivamente (tabla 2). En este periodo la accesión 1 tiene un crecimiento lento y mayor ramificación llegando a medir un promedio de 0.60 m, donde se observa menor cantidad de panojamiento con poca inflorescencia. Mientras las accesiones 2 y 3 son plantas alargadas que alcanzan un promedio de 0.80 m de altura con poca ramificación, pero el panojamiento es con abundante inflorescencia. Gómez y Aguilar (2016), mencionan que la longitud de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente y varía de 15 a 70 cm. Es a partir de esta fase fenológica que se observa el inicio de defoliación en la base de la planta. En esta fase ocurre el ataque de mildiu y el complejo *Eurysacca* y otros insectos de inflorescencia. Mujica y Canahua (1989) y Sánchez y Chapoñan (2015) mencionan que la inflorescencia ocurre entre 43 a 97 días después de la siembra, nuestros resultados concuerdan con los resultados reportados por los investigadores. SESAN (2013) describen que la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales.

Floración

Se inicia con la apertura de las flores que son hermafroditas donde las pistiladas se abren al mismo tiempo y pueden observarse a simple vista iniciándose en la inflorescencia principal donde las flores se mantienen abiertas toda una semana, en nuestro trabajo la floración es variable, en la accesión 1 ocurrió en un promedio de 52 días y en las accesiones 2 y 3 a los 75 días después de la siembra (tabla 2), entonces podemos afirmar que existen en la quinua silvestre accesiones de periodo corto y otros de periodos largos como toda biodiversidad. Sánchez y Chapoñan (2015) reportan que esta fase ocurre entre 45 a 132 días dependiendo de las variedades y otros factores de la zona de cultivo, los resultados obtenidos se encuentran en este rango. Mujica y Canahua (1989) y SESAN (2013) reportan cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón. Mullo (2011) menciona que este periodo ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. A base de los resultados obtenidos en nuestro trabajo podemos afirmar que existen accesiones de periodos cortos y largos, las accesiones 2 y 3 se encuentran en el límite inferior que mencionan los autores citados, mientras en la accesión 1 este periodo ocurre en un tiempo bastante corto (52 días después de la siembra).

Antesis

En este periodo ocurre la liberación de los granos de polen por las flores hermafroditas donde se observa varias especies de insectos que probablemente participan en la polinización, se supone que el viento también participa en este proceso porque en horas de la tarde corre mucho viento en la zona de cultivo. La antesis en la accesión 1 ocurre en un promedio de 60 días y en las accesiones 2 y 3 en un promedio de 83 días después de siembra (tabla 2). Sánchez y Chapoñan (2015) al estudiar cuatro variedades de quinua encuentra que esta fase ocurre entre 52 a 136 días después de la siembra, los resultados hallados en el trabajo de investigación se encuentran del rango. De los resultados obtenidos existen accesiones de corto y largo periodo, generalmente las quinuas cultivadas se siembran en setiembre y la cosecha se ejecuta entre abril a mayo del siguiente año, mientras las quinuas silvestres sólo ocurren con las lluvias temporales y su madurez aceleran o retardan de acuerdo a la presencia de la lluvia.

Crecimiento y estado acuoso

Una vez ocurrido el proceso de fecundación los frutos formados empiezan a crecer y desarrollar, durante esta fase los granos están llenos de una sustancia acuosa por lo que se denomina a esta fase “estado acuoso”, la duración de este periodo según la tabla 2, es de 70 días para la accesión 1 y 95 días después de la siembra para las accesiones 2 y 3. Sánchez y Chapoñan (2015) encuentra entre 61-147 días después de la siembra, cuyos resultados encontrados se encuentran dentro del rango reportado por los autores, mientras Mullo (2011) reporta cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción. Jacobsen (2004) y Sánchez y Chapoñan (2015) mencionan que esta fase se evalúa considerando el tamaño y la proporción ocupada dentro del espacio formado por el perigonio sepaloide en 25%, 50%, 75% y 100%. Durante esta fase de crecimiento del grano, estos están llenos de una sustancia acuosa. Los resultados obtenidos concuerdan con el primer autor citado, la mayoría de los estudios de quinua se llevan a cabo en altitudes por encima de 3000 msnm. esta investigación realizamos por debajo de 2800 msnm donde generalmente aceleran las etapas fenológicas influidos por el clima y ambiente.

Fruto en estado lechoso

Los granos bien formados con 100% de su tamaño normal la sustancia acuosa es reemplazado paulatinamente con una sustancia lechosa. El color del fruto se diferencia al del perigonio sepaloide que va abriéndose a medida que el grano va engrosando, en esta fase presenta cinco tépalos separados dando el aspecto de una estrella que es característico del periodo. Los resultados encontrados fueron 80 días para la accesión 1 y 105 días después de la siembra para las accesiones 2 y 3, que coincide con Cusack (1984) y Sánchez y Chapoñan (2015) reportan entre 70-164, mientras Jacobsen (2004) reporta entre 90 a 160, en ambos casos nuestros resultados se acercan al reportado por el investigador.

Fruto estado de masa

Los frutos al ser aplastados se manifiestan duros aproximadamente con 45% de humedad, es decir, falta madurar, en esta fase los granos alcanzan la madurez fisiológica, con pérdida de humedad e endurecimiento de los granos. El tiempo que tardaron en madurar desde la siembra hasta esta etapa la accesión 1 fue de 95 días y 120 días las accesiones 2 y 3. Al respecto Hall (2001) refiere la influencia del fotoperiodo y la temperatura en las fases de desarrollo de los cultivares de quinua. Gandarillas (1968), Brkic y García (2013) y Sánchez y Chapoñan (2015) mencionan entre 83-190 días. Nuestros resultados coinciden con las referencias, además nos cabe mencionar que las accesiones con los cuales se trabajó en el presente trabajo fueron del mismo lugar, es decir, los factores externos como las características fisicoquímicas del suelo fueron los mismos, por esta razón las accesiones en estudio rindieron con toda eficiencia.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se logró la evaluación del comportamiento fenológico de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, que responden al cultivo y manejo de los mismos.
- Se determinaron las características fenológicas en número de días después de la siembra y las características morfológicas de las tres accesiones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, durante todo el proceso de investigación.
- Al finalizar el trabajo se tiene recolectado las semillas cumpliendo la calidad y cantidad suficientes para continuar con las investigaciones de “quinua silvestre” *Chenopodium sp.*, ya sea en el cultivo o para los análisis químicos y bromatológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azcón J. y Bieto M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGRAW-HILL Interamericana. Ediciones Universitarias de Barcelona.
2. Barriga, P., R. Pessot y R. Scaff. 1994. Análisis de la diversidad genética en el germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) recolectado en el sur de Chile. Agro Sur 22 (No. Esp.): 4.
3. Biodiversity International, FAO, PROINPA, INIA y FIDA. 2013. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Biodiversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia.
4. Brkic. M., García, A. 2013. Un cultivo ancestral para apuntalar el futuro. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.
5. Costa T. 2014. Variabilidad genética de *Chenopodium quinoa* Willd. en el Noroeste Argentino y su relación con la dispersión de la especie. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata
6. Cusack, D.F. 1984. Quinoa: Grain of the Incas. The Ecologist 14: 21-31.

7. Gandarillas, H. 1968. Caracteres botánicos más importantes para la clasificación de la quinua. In: Universidad Nacional Técnica del Altiplano (ed). Anales de la Primera convención de Quenopodiáceas quinua - cañahua. Puno, Perú. pp 41-49.
8. Garcilaso de la Vega. 1609. Los Comentarios reales de los incas. Libro histórico-literario. Lisboa.
9. Hall, A.E. 2001. Crop responses to environment, CRC Press, Boca Raton, FL.
10. Hershel P. 2000. Secretos de la Fisiología. Editorial McGraw-Hill. Interamericana. México.
11. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2005) Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador disponible en URL <http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/ productos manuales>. Consultado 10/01/15.
12. Mujica, A. y Canahua. 1989. Fases Fenológicas del Cultivo de la Quinua. (*Chenopodium quinoa* Willd.). Curso Taller. Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. Salcedo, 7-10 Agosto, Puno-Perú. INIAA.
13. Mujica, A., Canahua, A. y Saravia, R. 1997. Agronomía del Cultivo de la quinua. Cap.2. www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm
14. Mujica, A., Jacobsen, S.-E., Izquierdo, J. y Marathee, J. P. (2001). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. Capítulo II: Agronomía del Cultivo de la Quinua. FAO. Santiago - Chile.
15. Mujica, A. (2006). *Descriptorios Para la Caracterización del Cultivo de Quinua*. 58 *Manual para Caracterización in situ de Cultivos Nativos*. INIEA. Lima, Perú. Páginas: 90 - 94.
16. Mullo A. 2011. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a tres tipos de abonos orgánicos con tres niveles de aplicación, bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad, Chacabamba Quishuar, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Recursos Naturales. Escuelas de Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador.
17. Nolasco, O., Cruz, W., Santa Cruz, C., Gutiérrez, A., (2013). Evaluación del polimorfismo de AON de seis variedades de *Chenopodium quinoa* Willd, utilizando AFLP (art. Original}. Lima- Perú: The Biologist: 11(2), jul-dec: 277- 286.
18. Ramos, J. 1977. Comportamiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes grados de temperatura. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú. 105 p
19. Risi, J. 1991. La Investigación de la quinua en Puno. In: L. Arguelles y R. Estrada (eds) Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Proyecto de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACIDI-CIID-INIAA. Lima, Perú. pp 209-258.
20. Rojas, W. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis M.Sc., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia - Chile. 209 p.
21. Sánchez, J y Chapoñan J. 2015. “Evaluación del rendimiento en grano de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con tres distanciamientos entre surcos en el distrito de Cutervo”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Agronomía. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo.
22. SESAN (Secretaría Seguridad Alimentaria y Nutricional). 2013. Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa *Chenopodium quinoa*. Guatemala.
23. Tapia, M. 1979. La quinua y la kañiwa, cultivos andinos. IICA, Bogotá, 227 pp.
24. Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.
25. Tapia, 1992. Cultivos marginados de la región andina: otra perspectiva de 1492. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 123-128.
26. Tapia M 2001. Zonificación agroecológica de la quinua. En: Primer Taller Internacional sobre quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 17-27.